

---

HELSINGIN YLIOPISTO  
Pro Gradu -tutkielma 40 op

---

Sakari Penttinen

Matkalla BIM-utopiaan  
Tapaustutkimus rakennusprojektin  
suunnitteluyhteistyöstä

---

Kasvatustieteiden maisteriohjelma  
Yleinen ja aikuiskasvatustiede  
Toukokuu 2020

Ohjaajat: Merja Ikonen-Varila ja Sami Paavola

---



Tiedekunta Kasvatustieteellinen tiedekunta		Koulutusohjelma Kasvatustieteen maisteriohjelma
Tekijä Arto Sakari Penttinen		
Työn nimi Matkalla BIM-utopiaan - Tapaustutkimus rakennusprojektin suunnittelu-yhteistyöstä		
Oppiaine/Opintosuunta Yleinen ja aikuiskasvatustiede		
Työn laji Pro gradu -tutkielma	Aika 05/2020	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 59s. + 18s. liitteet
<p>Tässä pro gradu -tutkielmassa tarkastellaan rakennusalan tietomallintamisen yhteistyökäytäntöjä. Tarkastelun keskiössä on BIM-ohjelmistoperheen käyttö tietomallintamisessa. Rakennusalan nykyiset standardit edellyttävät 3-ulotteisten tietomallien yhteistoiminnallista käyttämistä. Tutkimuksen kohteena on tietomallin avulla tapahtuva asiantuntijarajat ylittävä yhteistyö.</p> <p>Tutkielma on tapaustutkimus suuren julkisen rakennusprojektin suunnitteluvaiheesta. Aineistona on käytetty suomalaisen julkisen rakennusprojektin suunnittelukeskusteluita. Kolmelle palaveritallenteelle on tehty laadullinen sisällönanalyysi. Sisällönanalyysin tukena on käytetty Carrie Sturts Dossickin ja Gina Neffin esittelemää sotkuisen puheen teoriaa. Tämän teoreettisen viitekehyksen avulla on tutkittu tietomallin avulla tapahtuvaa yhteistyötä ja toisaalta yhteistyön ongelmakohtia.</p> <p>Tutkimuksen perusteella BIM-ohjelmistoperhe tunnistaa automaattisesti matalan tason suunnitteluvirheitä. Sen sijaan korkeamman käsitteellisen tason ongelmiin, kuten vesivahinkoriskiin, ei ollut tutkimushetkellä automatisoituja käytäntöjä tai simulaatioita. Tietomallin välityksellä tapahtuva monialainen yhteistyö on edellytys korkeamman abstraktiotason ongelmien ratkaisemiselle. Tietomallien yhteistoiminnallinen käyttäminen rakennussuunnittelussa on monin paikoin vielä saavuttamatta. Aineiston analyysin perusteella myös tutkitussa tapauksessa ongelmatilanteet paikantuvat ongelmien puutteelliseen tunnistamiseen ja julkilausumiseen tietomallin avulla.</p>		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords BIM, moniammatillinen yhteistyö, rajaobjekti		
Ohjaaja tai ohjaajat – Handledare – Supervisor or supervisors Merja Ikonen-Varila, Sami Paavola		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited		
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information		



Faculty Faculty of educational sciences		Degree Programme Master's Programme in Education	
Author Arto Sakari Penttinen			
Title The journey to the BIM utopia – A case study on a collaborative work on construction planning			
Subject/Study track General and Adult Education			
Level Master's thesis	Month and year 05/2020	Number of pages 59 p. + 18 p. appendices	
<p>The topic of this master's thesis is the collaborative use of the building information management systems. The present national standards require collaborative use of the 3-dimensional models both. The research is focused on the multidisciplinary use of the building information model in the building design and planning.</p> <p>This master's thesis is a case study concerning a planning phase of a large public building project. The study is based on three meetings of the planning phase of the project. The research method of this study is qualitative content analysis of the recorded meetings. The content analysis is partially based on the theory of messy talk introduced by Carrie Sturts Dossick and Gina Neff. Messy talk and its typologies form a theoretical context for the analysis of the collaborative procedures.</p> <p>The BIM program family recognizes automatically low-level design faults and clashes. However, the higher-level problems, like water damage risks, were not implicated by programs or simulations. In this thesis, I claim that multidisciplinary collaboration is the key to solving these more abstract design problems. The collaborative use of building information management largely remains a utopia. According the content analysis the problems in the multidisciplinary collaboration and communication are the insufficient identification and voicing the issues using the building information model.</p>			
Keywords BIM, messy talk, multidisciplinary collaboration, boundary object			
Supervisor or supervisors Merja Ikonen-Varila and Sami Paavola			
Where deposited			
Additional information			

# Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>1</b>
1.1	Tietomallintaminen rakennusosalalla . . . . .	1
1.2	Tietomallinnus ja muuttuvat työtavat . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Rakennusalan tietomallinnus</b>	<b>5</b>
2.1	BIM-ohjelmistoperhe tarkastelun kohteena . . . . .	5
2.2	Tietomallintamisen ohjeistus Suomessa . . . . .	6
2.3	Mallit rakennusprojektin eri vaiheissa . . . . .	7
2.4	Energiatehokkuusmallinnuksista . . . . .	7
2.5	Energia-analyysit suunnittelun eri vaiheissa . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Tietomallintamisen yhteistyökäytännöt</b>	<b>10</b>
3.1	Kulttuurihistoriallinen toiminnan teoria ja välittyneisyys . . . . .	10
3.2	Rajaobjekteista . . . . .	11
3.3	BIM-ohjelmistoperhe tutkimuksen kohteena . . . . .	13
3.4	Yhteistyö ja sen ulottuvuudet . . . . .	14
3.5	Tietomallinnuksen ulottuvuudet . . . . .	15
3.6	Sotkuisen puheen operationalisointi . . . . .	16
<b>4</b>	<b>Tutkimusaineisto ja analyysimenetelmät</b>	<b>18</b>
4.1	Tapaustutkimus tutkimusmenetelmänä . . . . .	18
4.2	Tutkimuskysymykset . . . . .	20

4.3	Videoidut palaverit ja niiden analysointi . . . . .	22
4.4	Laadullinen sisällönanalyysi videoaineistosta . . . . .	22
4.5	Koodausrunko . . . . .	23
4.6	Sisällönanalyysi sotkuisen puheen suhteen . . . . .	24
<b>5</b>	<b>Sisällönanalyysin tulokset</b>	<b>26</b>
5.1	Kolmen palaverin analyysi . . . . .	26
5.2	Ensimmäinen palaveri . . . . .	26
5.2.1	Molemminpuolinen löytäminen . . . . .	26
5.2.2	Kriittinen paneutuminen . . . . .	28
5.2.3	Tiedonvälitys . . . . .	29
5.2.4	Päätös . . . . .	30
5.2.5	Yhteenvedo ensimmäisestä palaverista . . . . .	31
5.3	Toinen palaveri . . . . .	32
5.3.1	Molemminpuolinen löytäminen . . . . .	32
5.3.2	Kriittinen paneutuminen . . . . .	33
5.3.3	Tiedonvälitys . . . . .	35
5.3.4	Päätös . . . . .	36
5.3.5	Toisen palaverin yhteenvedo . . . . .	36
5.4	Kolmas palaveri . . . . .	37
5.4.1	Molemminpuolinen löytäminen . . . . .	37
5.4.2	Kriittinen paneutuminen . . . . .	39
5.4.3	Tiedonvälitys . . . . .	40

5.4.4	Päätös . . . . .	40
5.4.5	Kolmannen palaverin yhteenveto . . . . .	41
5.5	Sotkuinen puhe aineistossa . . . . .	41
5.5.1	Ensimmäinen palaveri ja puheen lajit . . . . .	41
5.5.2	Toinen palaveri ja puheen lajit . . . . .	43
5.5.3	Kolmas palaveri ja puheen lajit . . . . .	44
5.6	Tietomallit rajaobjekteina . . . . .	45
<b>6</b>	<b>Pohdintaa</b>	<b>48</b>
6.1	Sotkuisen puheen kehitys . . . . .	48
6.2	Yhteistyön kriittiset kohdat . . . . .	50
6.3	Teoreettisen viitekehyksen tarkastelua . . . . .	51
6.4	Tutkimuksen rajoitukset ja luotettavuus . . . . .	52
<b>7</b>	<b>Johtopäätökset</b>	<b>53</b>
7.1	Vuorovaikutus ja yhteistyö tietomallin ympärillä . . . . .	53
7.2	Lopuksi . . . . .	55
<b>8</b>	<b>Kirjallisuus</b>	<b>56</b>
<b>A</b>	<b>Koodausrunko</b>	<b>60</b>
A.1	Kategoria Malli . . . . .	60
A.2	Kategoria Riskit . . . . .	68
A.3	Kategoria Hankesuunnitelma . . . . .	70

A.4	Kategoria Päätöksenteko . . . . .	70
A.5	Sotkuisen puheen analyysitaulukot . . . . .	74

# 1 Johdanto

## 1.1 Tietomallintaminen rakennusallalla

Rakentamisen tietomallintamisella tarkoitetaan geneerisiä ICT-pohjaisia teknologioita, joita käytetään rakennussuunnittelun apuvälineenä koko rakennuksen elinkaaren ajan. Nämä mallit ovat erilaisia taloteknisiä ja arkkitehtonisia malleja, joilla mallinnetaan rakennuksen koko elinkaarta suunnittelusta ylläpitoon. (Mäki, Paavola, Kerosuo & Miettinen, 2012.) Rakentamisen tietomallinnukseen viitataan yleensä lyhenteellä BIM, joka tulee sanoista Building Information Management. Tietomallinnuksen nykypäivälle ja tulevaisuudelle on tunnusomaista asiantuntija- ja organisaatorajat ylittävä yhteistyö. Rakennusprojektit ovat jo pitkään olleet suuria yhteisprojekteja, joissa yksittäiset alihankintaketjut saattavat olla pitkiä. Organisaatioiden ja toimintakulttuurien väliset rajat asettavat monesti esteitä ja hidasteita onnistuneelle yhteistoiminnalle. Näiden rajojen ylittämisessä ja madaltamisessa ovat BIM-ohjelmistoperheeseen liittyvät toimintatavat avainasemassa. (Dossick & Neff, 2011, 83.)

Varsinaisesti BIM-ohjelmistoperheelle ja sitä ympäröiville työtavoille ei ole olemassa tyhjentävää määritelmää, vaan kirjallisuudessa puhutaan jopa BIM-utopiasta. Utopian tavoitteena on saada kaikki rakennusmallintamisen ja rakennuksen työstämisen kannalta merkityksellinen tietoa samaan 3-ulotteiseen (3D) mallinnukseen. Tämän utopian on tarkoitus parantaa eri alojen asiantuntijoiden yhteistyötä ja mahdollistaa saman mallin työstäminen koko rakennuksen elinkaaren ajan. Monesti tiedon saavutettavuus on ongelma myös rakennuksen ylläpitovaiheessa. Äärimmäisenä esimerkkinä vanhanaikaisista toimintatavoista on tilanne, jossa paloeristettyyn seinään on jouduttu poraamaan reikä siivousta varten. (Morton, 2011)

Rakennusallan tietomallinnuskäytäntöjen ongelmat periytyvät osaltaan ”siilottuneista” työkäytännöistä. Nämä työkäytännöt johtavat usein siihen, että riittävää tiedonsiirto ei ole riittävää rakennuksen käyttöönottovaiheessa. (Adeline Zhu & al., 2018) Elinkaariajattelun lisäksi BIM-utopiaan liittyy myös keskeisenä osana synergia leanjohtamisstrategian kanssa ja vahva odotus työskentelyn tehokkuuden paranemisesta.



(Miettinen & al, 2012.) Aikaisempi tutkimus on keskittynyt voimakkaasti teknisten standardien ja toimintatapojen kehittämiseen. Vähemmälle huomiolle ovat jääneet johtamiseen, yhteistyöhön ja varsinaisiin työtapoihin liittyvät kysymykset. (Dossick & Neff, 2011, 84.)

Tutkimusten mukaan BIM-utopian saavuttaminen on todellisuudessa vielä kaukana edessä. Monet asiantuntijaryhmät käyttävät sisäisessä työskentelyssä 3D-malleja, mutta varsinainen yhteistyö pohjautuu kuitenkin perinteiseen 2D-mallinnukseen. Eri osapuolten välinen työskentely onkin noussut suureksi haasteeksi BIM-ohjelmistoperhettä ja siihen liittyviä työtapoja kehitettäessä. Muun muassa standardien kehittäminen ja työtapojen organisointiin ataliittyvät haasteet ovat olleet voimakkaasti pinnalla aiheutta käsittelevässä tutkimuskirjallisuudessa. (Miettinen & al., 2012.) Rakennusteollisuuden omat jäykät konventiot tuovat myös omat hankaluutensa yhteistoimintatapojen kehittelyyn (Dossick & Neff, 2011, 83).

Rakennusalan työskentelytapojen on sanottu olevan siilottuneita. Jokainen asiantuntijaryhmä työskentelee projektin kanssa oman aikansa ja ohjaa sen sitten seuraavalle taholle. Tällaiseen perinteiseen, lineaariseen malliin on haettu uudenlaista näkökulmaa. Kuten edellä jo mainittiin, tarkoituksena on kehittää työtapoja samanaikaisuuden näkökulmasta sekä pyrkiä vähentämään virheitä ja päällekkäistä työskentelyä. (Paavola & Miettinen, 2013, 4.) Uusien työtapojen tuominen työyhteisöön muuttaa kuitenkin vääjäämättä myös työyhteisön kommunikaatiota ja valtasuhteita. Asiantuntijuusrajojen ylittävä yhteistyö onkin organisaatiotutkimuksen yksi tärkeimpiä tutkimuskohteita. (Neff, Fiore-Silfvast & Dossick, 2010, 2.)

BIM-ympäristöstä puhuttaessa laajempi viitekehys on rakennusalan tietohallinto ja tietojohtaminen. Rakennusalan tietojohtamisen yleiset haasteet ovat samansuuntaisia kuin muilla aloilla. Neljäksi pääkohdaksi nousivat ajanpuute, organisaatiokulttuuri, standardoitujen työtapojen puute ja riittämätön rahoitus. Näin ollen tiedonjakaminen ja laajemmin myös tiedon yhteistoiminnallinen tuottaminen, eivät ole monesti ensisijaisia tavoitteita. (Carillo & al., 2004) Tietomallintamisen ongelmille voidaan löytää teoreettista taustaa Carlota Perezin teknologisten vallankumousten rakenteen teoriasta. Perezin (2002) mukaan teknologiset uudistukset tapahtuvat usein ryppäissä. Nä-

mä pienet teknologiset vallankumoukset saavat aikaan koko tuotantoprosessin muutoksen. Toiseksi, samaan aikaan rahallisten ja tuotannollisten pääomien edustajien tavoitteet poikkeavat toisistaan. Kolmanneksi, sosiaalisten instituutioiden muutosnopeus on teknologiaa hitaampaa. Tämä näkemys auttaa meitä ymmärtämään myös BIM-ympäristöön liittyviä erilaisia tulokulmia. BIM voidaan toisaalta nähdä eri teknologioita kokoavana rajapintana ja tietovarastona. Tähän liittyvät tärkeänä osana BIM-ympäristön parametriset mallinnukset. Toisaalta taas BIM voidaan nähdä projektinhallinnan työkaluna, eräänlaisena 3-ulotteisena simulaationa, jota käytetään koko rakennuksen elinkaaren ajan. (Kerosuo & al., 2012, 115.)

## 1.2 Tietomallinnus ja muuttuvat työtavat

Perinteinen tapa käyttää tietokonepohjaisia mallinnusmenetelmiä on, että jokainen asiantuntijaryhmä työskentelee omalla ohjelmistollaan omilla tietokoneillaan. Esimerkiksi arkkitehdit työstävät CAD-ohjelmistoilla mallinnuksia, jotka sitten tulostetaan paperille ja jaetaan muille projektin parissa työskenteleville henkilöille. BIM-ympäristö eroaakin vanhemmista ohjelmistoista juuri tässä suhteessa. Ohjelmiston tarkoitus on itsessään ylittää organisationalaisia rajoja. Enää ei rajanylitykseen käytetä pelkkiä dokumentteja, vaan itse työväline asettuu rajanylittäjäksi. (Neff & Fiore-Silvfast & Dossick, 2010, 3.)

BIM-ohjelmistoperhettä käsittelevissä tutkimuksissa on noussut esiin, että BIMiä käytetään juuri selkeää ja rajattua mallinnusjärjestelmää edellyttävissä suunnittelutehtävissä. Tämänkaltaisia kohteita ovat esimerkiksi viemäröinti- ja sähkösuunnitelmat. Myös tutkimus on 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä kohdistunut lähinnä teknisiin aspekteihin. Sen sijaan epämuodollisemmissa ongelmanratkaisutilanteissa BIM-ohjelmistot eivät pysty tukemaan asiantuntijoiden vuorovaikutusta tilanteissa, joissa kaivataan hiljaisen tiedon julkilausumista. (Dossick & Neff, 2011, 84.) Dossick ja Neff määrittelevät kaksi avainkäsitettä liittyen BIM-tutkimukseen. Sotkuisella puheella (*engl. messy talk*) kirjoittajat viittaavat asiantuntijoiden muodollisten tapaamisten välillä ja jälkeen tapahtuvaan puheeseen. Sotkuisessa puheessa on kyse ennen kaikkea kyse hiljaisen tiedoksi julkilausumisesta. Suuri osa muodollisissa asiantuntijatapaami-

sisä tehdyistä päätöksistä perustuu hiljaiseen tietoon, jota ei varsinaisesti avata muille osallistujille. (Dossick & Neff, 2011, 85.) Valintojen perustelut jäävät niiden tekijöiden henkilökohtaiseksi tiedoksi, eivätkä näin siirry järjestelmän osaksi.

Visuaaliset mallinnukset ja mallinnukset ylipäättään avautuvat eri alojen asiantuntijoille eri tavoin. Whyte & al. ovat jopa sitä mieltä, että hiljaista ja julkilausuttua tietoa ei voida tiukasti erottaa toisistaan. Tieto nousee ja kehittyy vuorovaikutustilanteissa ihmisten ja objektien välillä. (Whyte & al, 2008, 74.) Mikä ihmisten välisessä vuorovaikutuksessa on sitten niin erityisen sotkuista tai vaikeasti lähestyttävää? Voimme lähestyä tätä kysymystä digitaaliseen vallankumoukseen liittyvien teoretisointien kautta. Verkkopohjaisiin tietojärjestelmiin, niin alkeelliseen sähköpostiin kuin monimutkaiseen BIM-ohjelmistoperheeseen, liittyy niin sanottu varastoi ja välitä -periaate (*engl. store and forward principle*). Digitaalinen kommunikaatio jättää jälkensä systeemiin ja data on näin ollen uudelleenhaettavissa. Tämä periaate mahdollistaa ajankohtaisuuden, vuorovaikutuksellisuuden ja selektiivisyyden. (van Dijk, 2006.) Epämuodollinen inhimillinen vuorovaikutus taas ei yleensä jätä jälkeä virallisiin dokumentteihin tai tietokantoihin. Inhimillinen vuorovaikutus on myös yleensä standardoimatonta ja tilannesidonnaista. Toisaalta voidaankin sanoa, että epämuodollista vuorovaikutusta tarvitaan juuri siellä, missä standardoidut toiminta- ja dokumentointitavat eivät vie toimintaa eteenpäin. Sotkuinen puhe on erityisen tarpeellista juuri silloin, kun ei ole tiedossa mitä kenenkin tulee tietää ja tehdä (Dossick & Neff, 2011, 85).

Sotkuisen puheen vastakohta on puhdas teknologia (*engl. clean technology*), joka viittaa selkeästi määriteltuihin standardeihin ja julkilausuttuihin prosesseihin, joilla digitaalista informaatiota jaetaan. Mukana kulkee ajatus siitä, että tietoteknisesti toteutettu yhteistyö ja tiedonjakaminen on luotettavampaa, erehtymättömämpää ja tarkempaa verrattuna perinteisempään ei-tietokoneavusteiseen inhimilliseen kanssakäymiseen. (Dossick & Neff, 2011, 85.) Sotkuisen puheen ja puhtaan teknologian dikotomia voidaan tarkastella myös tiedon näkökulmasta. Bereiterin ja Scardamalian (1993) mukaan formaali tieto luo pohjan kommunikaatiolle ja oppimiselle. Puhtaan teknologian näkökulmasta on selvää, että ilman selkeitä struktuureja tai standardeja emme voi luoda toimivia tietomalleja. Sen sijaan on syytä muistaa, että formaali tieto luo myös poh-

jan hiljaisen tiedon ja taitojen kehittymiselle. Hiljainen tieto rakentuu yhteistyössä formaalin tiedon kanssa (Bereiter & Scardamalia, 1993, 64). Toisaalta myös formaali tieto muodostuu osittain hiljaisen tiedon julkilausumisen kautta. Tämän pro gradu -työn viitekehyksessä hiljainen tieto ja sen julkilausuminen on oletettu osaksi teoreettista viitekehystä. Painopiste tutkielmassa on erityisesti tietomallien yhteistoiminnallisella käytöllä. Tämän vuoksi hiljainen tieto on käsitetään laajemman viitekehksen pohjakäsitteenä, johon tutkielmassa ei enää palata.

## **2 Rakennusalan tietomallinnus**

### **2.1 BIM-ohjelmistoperhe tarkastelun kohteena**

BIM kantaa mukanaan pitkän historiallisen evoluution. Sen vuoksi sitä ei voida tarkastella pelkästään joukkona erikoistuneita suunnitteluohjelmistoja. BIMillä on pitkä historia standardien kehittämisen suhteen. Tiedon jakaminen on toisaalta BIMin keskeinen olemus, mutta tämän toteuttaminen käytännössä eri asiantuntijaryhmien välillä on monesti työlästä monenlaisten teknisten ongelmien takia. (Paavola & Miettinen, 2013, 13.) Asiantuntijat käyttävät BIM-ohjelmistoja monesti työssään materiaalistien artefaktien tavoin. Esimerkiksi arkkitehdit voivat viitata 3D-mallinnuksiin tietokoneen ruudulla samaan tapaan kuin 2D-paperimalleihin. (Paavola & Miettinen, 2013, 14.) Tutkimusten mukaan BIM helpottaa ongelmien löytämistä mallinnuksista, mutta ei varsinaisesti tarjoa työvälineitä ongelmien ratkaisuun. Dokumentit itsessään voivat passiivisesti muokata toiminnan tapoja. Toisaalta monessa tapauksessa toimijat joutuvat aktiivisesti muokkaamaan dokumentteja mahdollistaakseen toimivan vuorovaikutuksen. Monessa tapauksessa tapauksessa joustava yhteistyö on ristiriidassa dokumentointiin liittyvän vaatimusten kanssa. (Dossick & Neff, 2011, 87.)

## 2.2 Tietomallintamisen ohjeistus Suomessa

Tietomallien käyttöä on Suomessa ohjeistettu julkaisusarjalla Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Tämä julkaisusarja on syntynyt laajapohjaisen kehittämistyön tuloksena. Tässä kehittämistyössä on ollut mukana joukko suomalaisia rakennusalan tilaajia ja tuottajia sekä johtajana Rakennustietosäätiö RTS.

Uuden rakennuksen suunnittelu alkaa tarveselvityksellä, jonka tarkoituksena on perustella aloitettavan hankkeen tarpeellisuutta sekä kuvailla rakennettavia tiloja ja tutkia eri toteutusvaihtoehtojen kustannuksia. Työskentelyn alkuvaiheissa tietomalli ei välttämättä ole vielä 3D-muotoinen. Tietomallia päivitetään prosessin kuluessa ja nämä päivitysvastuut tulee ilmaista sopimuksissa. Tarveselvitysvaiheessa luodaan vaatimusmalli, jonka tulee sisältää tilaajan vaatimukset ja budjettirajoitteet sekä projektin tavoitteet. Mallista saatavia tietoja käytetään suunnittelun ja kustannuslaskennan pohjana. (YTV, 2012, 3/10-11.)

Tarveselvitystä seuraava vaihe on hankesuunnittelu, joka perustuu tehtyihin tarve- ja hankeselvityksiin (YTV, 2012, 3/11). Hankesuunnitteluvaiheessa, varsinkin vaativissa julkisissa kohteissa, tehdään myös alustavia energia-analyyskejä hyödyntämällä arkkitehdin tilamallia. Näiden analyysien avulla voidaan löytää jo aikaisessa vaiheessa kohteen energiatehokkuuteen vaikuttavat avaintekijät. (YTV, 2012, 10/8.) Mahdollisten epätaloudellisten ratkaisujen korjaaminen talotekniikan avulla voi tulla kalliiksi, mikäli tila- ja rakenneratkaisut on jo lukittu (YTV, 2012, 10/6). Hankesuunnittelun jälkeen tehdään varsinainen investointipäätös. Investointipäätöksen jälkeen ovat vuorossa ehdotussuunnittelu ja yleissuunnittelu. (YTV, 2012, 3/10.)

Ehdotussuunnitelumallissa voidaan käyttää luvussa 2.3 esiteltävää melko yleisluontoista tilamallia vertailtaessa vaihtoehtoisia perusratkaisuja. Vaihtoehtoja haetaan tilojen asettelulle sekä itse rakennuksen massoitteille ja tontille sijoittamiselle. Edellytyksenä tässä vaiheessa on, että kaikki yli  $0.5m^2$  tilat mallinnetaan eivätkä samaa tyyppiä olevat tilat saa mennä mallinnuksessa päällekkäin. (YTV, 2012, 3/12-13.) Yleissuunnitteluvaiheessa ehdotussuunnitelmaa kehitetään eteenpäin toteutettavaksi suunnitelmaksi (YTV, 2012, 3/16).

## 2.3 Mallit rakennusprojektin eri vaiheissa

Tietomallien tuottaminen ja käyttäminen on ohjeistettu tarkasti yleisissä tietomallinnusvaatimuksissa. Suunnittelun pohjana käytetään tarveselvitysvaiheessa vaatimusmallia, joka voi olla alkuvaiheessa taulukkomuotoinen eikä välttämättä sisällä 3D-mallinnusta. (YTV, 2012, 3/10-11.) Varsinaisten tietomallien tuottaminen alkaa rakennettavan tontin ja alueosien mallintamisella. Tämän jälkeen tehdään paikan päällä suoritettavien mittausten ja tutkimusten perusteella inventointimallinnus. Tätä inventointimallinnusta voidaan täydentää erilaisilla dokumenteilla, joiden alkuperä tulee liittää tietomallinnukseen. (YTV, 2012, 2/6-7.) Inventointimallille on määritelty kolme tasoa: tilamalli, pääpiirustustasoinen rakennusosamalli ja yksityiskohtainen rakennusosamalli.

Tason 1 tilamallissa esimerkiksi ulkoseinät ikkunat ja ulko-ovet mallinnetaan ilman yksityiskohtia. Monien mallinnusten tarkkuus, kuten tontilla säilytettävä kasvillisuus ja saniteettikalusteet määritellään hankekohtaisesti. Tilamallin piirustukset ovat vielä alkuvaiheessa luonnostasoisia ja tilamalli toimiikin hankesuunnittelun lähtötietona. (YTV, 2012, 3/13-14.) Tason 2 pääpiirustustasoinen rakennusosamalli sisältää sisältää tilamallin lisäksi myös tiedot eri rakennusosien käytöstä. Esimerkkeinä voidaan mainita ulko-ovet ja ikkunat karmeineen ja puitteineen. Tilamallia käytetään hankesuunnittelun loppuvaiheessa tehtäessä ehdotussuunnitelmatasoista hankesuunnitelmaa. (YTV, 2012, 3/15.) Tason 3 yksityiskohtainen rakennusosamalli, joka on yksityiskohdiltaan tarkempi kuin tason 2 malli. Tämän tyyppistä mallinnusta voidaan tarvita kohteissa, joissa on kyse rakennussuojelullisesti tärkeistä kohteista. (YTV, 2012, 3/16.) Rakennusosamallia käytetään myös rakennuslupahakemuksen tukena. Varsinaiset viranomaisten vaativat dokumentit tuotetaan rakennusosamallista tietyin määritellyin huojennuksin. (YTV, 2012, 3/17.)

## 2.4 Energiatehokkuusmallinnuksista

Energiatehokkuusmallinnusten integrointi rakennussuunnitteluun on uusi askel kohti rakennusten kokonaisvaltaisempaa elinkaarimallia. Kehittyneiden tietokoneiden ja pil-

vilaskennan avulla voidaan aikaisemman kahden tai kolmen eri mallin sijasta simuloida samanaikaisesti kymmeniä tai jopa satoja malleja. Pilvilaskennassa on yksinkertaisuudessaan kyse monimutkaisten laskelmien pilkkomisesta pienempiin osiin siten, että näitä laskutoimituksia suorittaa yhden koneen sijasta kokonainen verkkoon kytketty ”pilvi” tietokoneita. Kasvatustieteen näkökulmasta energiatehokkuusmallinnuksien tutkimisessa on haastavaa se, että näiden mallinnusten ymmärtäminen vaatii melko sujuvaa lineaarialgebran ja matriisilaskennan tuntemusta. (Esim. Zhang & al., 2009)

Puhuttaessa energiatehokkuudesta nousee simulaatioiden käsite usein esiin. Simulaatioita käytetään mallinnettaessa monimutkaisia systeemejä, jotka perustuvat tiettyihin teoreettisiin lähtökohtiin. Pohjaoletuksena on, että mallin fysikaaliset komponentit ja niiden käyttäytyminen tunnetaan. Pohjaoletukset pystytään useimmiten ilmaisemaan joukkona osittaisdifferentiaaliyhtälöitä. (Winsberg, 2010, II.) Osittaisdifferentiaaliyhtälöillä tarkoitetaan useamman muuttujan yhtälöitä, jotka sisältävät osittaisderivaattoja yksittäisten muuttujien suhteen. Tyypillistä näille yhtälöille on, että niitä ei usein pystytä esittämään funktioina suljetussa muodossa. Tämä tarkoittaa sitä, että yhtälön ratkaisua ei voida esittää eksplisiittisessä muodossa. Yhtälöllä voi silti hyvin olla ratkaisuja, jotka voidaan löytää esimerkiksi numeeristen laskentamenetelmien avulla. Yksi tämänkaltaisen menetelmä on hienojakoistaminen, jossa jatkuvista funktioista tehdään diskreettejä jakamalla muuttujien näytteenottovälit mahdollisimman pieniin osiin (Winsberg, 2010, II). Tämänkaltaista hienojakoistamista tapahtuu esimerkiksi digitaalisessa äänentoistossa, jossa tiheällä näytteenotolla simuloidaan jatkuvaa äänen virtaa.

Energiatehokkuussimulaatioissa törmätään helposti siihen, että tutkittavia ongelmia on vaikea määritellä selkeästi. Tutkittavat tilanteet ovat niin monimutkaisia, että niitä ei voida mallintaa yksinkertaisilla menetelmillä. Olennaista onkin itse simulaatioprosessin ja sen käytännön sovellusten ymmärtäminen. Energiatehokkuus käsitteenä on abstrakti ja merkitsee myös eri käyttäjille eri asioita. Simulaatioiden tavoitteena voidaan pitää energiankulutuksen minimoivien suunnitteluparametrien löytämistä. Toisaalta energiankulutusta voidaan optimoida myös rakennuksen elinkaaren suhteen, mikäli tarvittavaa informaatiota on tarjolla riittävästi. (Lam & Hui, 1995, 30.)

Energiatehokkuussimulaatioissa on perinteisesti ollut kaksi ääripäätä. Fysikaaliset mallit nojaavat vahvasti edellä kuvattuihin osittaisdifferentiaaliyhtälöihin. Näistä esimerkkejä ovat esimerkiksi lämmön ja kosteuden siirtymistä kuvaavat mallit ja Navier-Stokesin turbulenssimallit. Näiden mallien heikkoutena on monesti saatavilla olevien parametrien epämääräisyys. Esimerkiksi rakennuksen kontrolliprosesseja ei pystytä usein mallintamaan riittävän tarkasti. Toinen ääripää ovat empiiriset mallit, joista esimerkkejä ovat sumean logiikan mallit ja hermoverkkomallit. Näiden mallien heikkoutena on taas niihin vaadittava datan määrä. Useimmat käytettävät mallit ovat näiden kahden mallin välimuotoja. Ongelmia näissä yhdistelmämallissa aiheuttaa muun muassa parametrien vahva sisäinen korrelaatio. Tämä aiheuttaa usein kuilun estimoidun ja havaitun energiankulutuksen välillä. (Lü & Lu & Kibert & Viljanen, 2014.)

## **2.5 Energia-analyysit suunnittelun eri vaiheissa**

Energiamallinnuksia voidaan ja tulee tehdä jo hankesuunnitteluvaiheessa. Hankesuunnitelmavaiheessa käytetään yleensä arkkitehdin tilamallia tai vaihtoehtoisesti erityistä energiamallia. Energiamallinnukset ovat tärkeitä hankesuunnitelmavaiheessa, sillä ne asettavat suuntaviivoja tulevalle rakennuksen suunnittelulle. Erityisesti hankesuunnitelmavaiheessa voidaan löytää energiatehokkuuteen vaikuttavat rakennuksen avaintekijät. (YTV, 2012, 10 / 19.) Hankesuunnitteluvaiheessa voidaan tehdä alustavia elinkaarimallinnuksia perustuen rakennuksen tilaohjelmaan ja käyttöaikatietoihin. Näin saadaan alustavia arvioita rakennuksen energiankulutuksesta ja sisäilman laadusta. Näiden arvioiden perusteella voidaan myös ohjata arkkitehtien työskentelyä energiatehokkaiden ratkaisujen suuntaan ja valita vaihtoehtoisista malleista paras vaihtoehto. Vertailuja tehdään esimerkiksi liittyen ikkunoiden kokoon ja aurinkosuojuukseen, ilmanvaihdon toteuttamiseen, valaistuksen toteuttamiseen sekä tilojen muunneltavuuteen. (YTV, 2012, 9/8-9.)

Energiasimulaatioita tehtäessä kaikkien lähtötietojen tulee olla samasta suunnitelma-versiosta peräisin ja myös niiden ristiriidattomuus tulee tarkistaa. Lähtötiedot tulee olla selkeästi dokumentoitu ja niiden on oltava helposti saatavilla tarkistusta varten. Tulokset tulee pystyä myös esittämään sellaisessa muodossa, että myös ei-asiantuntija



pystyy niitä lukemaan. Tällä pidetään huolta siitä, että esimerkiksi tilaajat ja toisaalta muut asiantuntijaryhmät saavat riittävästi tietoa päätöksentekonsa tueksi. Ensimmäisissä analyyseissä on syytä tuoda useampia vaihtoehtoja, joista voidaan valita yksi jatkokehittelyä varten. (YTV, 2012, 9/15.)

Ehdotussuunnitteluvaiheessa vertaillaan erilaisia ratkaisuja liittyen esimerkiksi ikkunoiden aurinkosuojuukseen. Käytettäviä malleja ovat talotekninen vaatimusmalli ja arkkitehdin tilamalli. Tilamallia voidaan tässä vaiheessa käyttää vielä tason 1 mukaisena ikkunattomana mallina. Tällöin ikkunoita simuloidaan prosentuaalisella aukotuksella (esim. 15 %). Ehdotussuunnitteluvaiheessa tehdään ratkaisut esimerkiksi ikkunoiden ja massamallin suhteen. Yleissuunnitteluvaiheessa tarkennetaan valittua ratkaisua ja lasketaan rakennuksen energiakulutusarvio. Työskentelyn pohjana käytetään tässä vaiheessa arkkitehdin tason 1 tai 2 inventointimallia. Rakennuslupaa varten tulee selvittää simulaatioilla muun muassa kesäajan huonelämpötilan pysyvyys sekä esimerkiksi E-luku ja energiatodistus. (YTV, 2012, 10/6.)

## **3 Tietomallintamisen yhteistyökäytännöt**

### **3.1 Kulttuurihistoriallinen toiminnan teoria ja välittyneisyys**

BIM-ohjelmistoperhettä ja siihen liittyvää työskentelyä voidaan teoretisoida useammatakin näkökulmasta. Tärkeä pohja esimerkiksi Helsingin yliopistossa tehtävälle tutkimustyölle on Lev Vygotskyn kulttuurihistoriallinen toiminnan teoria. (Paavola & Miettinen, 2013, 3.) Kulttuurihistoriallisen toiminnan teorialle on keskeistä artefaktin ja välittyneisyyden käsitteet. Vygotsky jakaa artefaktin vielä työkalujen ja merkkien luokkiin. Merkkejä käytetään yksilöiden ohjaamiseen yhteistoiminnassa. Toisaalta yksilö itsessään käyttää myös merkkejä oman toimintansa ohjaamiseen. (Paavola & Miettinen, 2013, 6.) Työkaluilla viitataan taas konkreettisempiin olemassa oleviin objekteihin.

Tietomallinnukset sekä rakennuslupalaissa että muilla teollisuudenaloilla eivät enää jäljittele materiaalistien työkalujen toimintaa. Kirjoituskoneesta on siirrytty atk-pohjaiseen

tekstinkäsittelyyn jo 90-luvulla. Tämä pro gradu -työ on kirjoitettu L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-taitto-ohjelmistolla, jonka toiminnallisuudet poikkeavat huomattavasti perinteisistä WYSIWYG-ohjelmistoista. Digitaalisille objekteille onkin tyypillistä muun muassa muokattavuus, jaettavuus, jäljitettävyyys ja modulaarisuus. (Paavola & Miettinen, 2018.) Toisaalta nämä digitaalisten objektien erityispiirteet luovat myös uudenlaisia haasteita niiden käytölle. Monet tässä pro gradu -tutkielmassa esiin nousseista ongelmakohdista liittyvät kiinteästi juuri näihin edellämainittuihin ominaisuuksiin.

## 3.2 Rajaobjekteista

BIM-ohjelmistoja käsittelevässä tutkimuksessa nousee esiin usein rajaobjektin käsite. Rajaobjektin käsite on alun perin peräisin Susan Leigh Starin ja James Griesemerin artikkelista vuodelta 1989. Kirjoittajat tutkivat eri asiantuntijatahojen sekä amatöörien välistä yhteistyötä Berkeleyn yliopiston selkärankaisten historian museossa Kaliforniassa. Keskeinen esitelty ongelma useamman alan tieteenekijöiden yhteistyössä onkin kirjoittajien mukaan se, että tieteelliset teoriat ja käsitteet syntyvät ja jatkavat elämäänsä eri tieteenalojen ja koulukuntien tutkimuksessa ja tutkimuskäytännöissä. Artikkelissa esitetään ratkaisuksi toimintatapojen standardointia ja rajaobjektien luomista. Rajaobjektit itsessään voivat olla abstrakteja tai konkreettisia. Rajaobjektien merkitykset ja käyttötavat voivat olla erilaiset eri maailmoissa, mutta niiden rakenne on tunnistettava kaikissa toisiaan leikkaavissa sosiaalisissa todellisuuksissa. (Star & Griesemer, 1989.)

Rajaobjektien teoriaa on alkuperäisen artikkelin jälkeen käytetty monissa yhteyksissä ja teorian käyttöä on laajennettu myös digitaalisiin objekteihin. Aikaisemmassa tutkimuksessa on kuitenkin keskitytty enemmän yksittäisiin objekteihin kuin varsinaisiin objektien käyttötapoihin ja ennen kaikkea yhteyksiin eri objekteihin liittyvien työkäytäntöjen välillä. (Whyte & Lobo, 2010, 558.) Edellä mainittu työtapojen siilottuminen on näin ollen näkyvissä myös työtapojen tutkimuksessa. Pelkkä objekteihin itseensä keskittyvä tutkimus on riittämätöntä käsiteltäessä esimerkiksi isoja rakennusprojekteja niihin liittyvien työtapojen kehittämistä. Rajaobjektin käsite ja siihen liittyvät

teoretisoinnit olisikin syytä määritellä laajemmin, niin että näillä käsitteellistyksillä voidaan vastata nykyisen tutkimuksen tarpeisiin.

Jennifer Whyte ja Sunila Lobo (2010) esittelevät rajaobjekteille kolme alaluokkaa, joita voidaan käyttää rakentamisen tietomallinnusprosessien käsitteellistämässä. Ensimmäinen alaluokka ovat varsinaiset objektit, piirrokset ja kartat. Näiden tehtävä on muuntaa (*engl. transform*) tietoa rajojen yli. Toinen alaluokka ovat standardoidut muodot. Näitä ovat esimerkiksi hakemistot ja muuttumattomat siirrettävät objektit (*engl. immutable mobiles*). Näiden tehtävä on kääntää (*engl. translate*) tietoa rajojen yli. Kolmas alaluokka on säilytyspaikat (*engl. repository*), joita ovat esimerkiksi tietomallinnuksiin liittyvät tietokannat. Näiden tehtävä on *siirtää* tietoa rajojen yli. (Whyte & Lobo, 2010, 558.)

Tässä yhteydessä on hyvä huomata, että käsite raja (*engl. boundary*) ei ole välttämättä yksikäsitteisesti määritelty, vaan käsite on enemmän kontekstisidonnainen. Rajoilla voidaan tarkoittaa esimerkiksi asiantuntijayhteisöiden välisiä rajoja tai eri työryhmien ja organisaatioiden välisiä rajoja. Rajaobjekteja käsitteleviä tutkimuksia on arvosteltu siitä, että rajaobjektin käsitettä itsessään on käsitelty liian kapeasti ja rajoittavasti. Ongelmaksi nousee, että rajaobjektit on määritelty näissä tutkimuksissa ennakkoon sen sijaan, että tutkimuksen kohteena olisi rajoilla tapahtuva yhteistoiminta ja sen välittymisen muodot. (Whyte & Lobo, 2011, 559.)

Tietomallinnuksia, BIM-ohjelmistoperhe mukaanlukien, on yritetty ymmärtää tyhjentävästi rajaobjektin käsitteellä. Rajaobjekti-käsitteen käyttö on kuitenkin liukunut melko kauas alkuperäisestä merkityksestään ja sen alkuperäiset luojat ovat pyrkineet palauttamaan keskustelua takaisin tarkoittamilleen raiteille. (Vrt. Star, 2010.) Käsitteistön käyttöä on laajennettu 2000-luvun tutkimuksessa (esim. Bergman & al. 2007). Pyrin kuitenkin pysymään tässä tutkielmassa alkuperäisen käsitteenmäärittelyn puitteissa.

### 3.3 BIM-ohjelmistoperhe tutkimuksen kohteena

Tarkasteltaessa BIM-ohjelmistoperhettä meidän tulee ottaa huomioon, että kyseessä ei ole pelkästään objekti tai artefakti, vaan jatkuvasti kehittyvä joukko työskentelyn välineitä ja ohjelmistoja. BIM-ohjelmistoperhe eroaa suuresti aikaisemmista arkkitehtien käyttämistä CAD-mallinnuksista. Kyseessä ei ole pelkästään 3-ulotteinen suunnitteluala, vaan BIM-ympäristö tarjoaa suuren määrän tietoa muun muassa rakennusprojektien aikatauluista, kustannuslaskelmista ja materiaalitoimittajista. Näin ollen olisi vähättelyä kutsua BIM-ympäristöä itseään rajaobjektiksi. Enemminkin voimme sanoa, että BIM-mallinnuksien objektit, kuten ovet, ovat itsessään jo eri käyttäjäryhmien yhdessä työstämiä rajaobjekteja. (Neff & Fiore-Silvfast & Dossick, 2010, 2.) Onkin syytä muistaa, itse rajaobjektiteoretisointeihin kohdistettu kritiikki: merkityksellisempää on tässäkin kontekstissa tutkia juuri objektien käyttöä toiminnan välittäjinä kuin objekteja itsessään.

Paavola ja Miettinen (2013) erottavat BIMistä seuraavat toiminnallisuudet:

1. rakennussuunnittelun ohjelmistotyökalun,
2. joukon malleja, representaatioita ja suunnitelmia,
3. tietovaraston, joka täydentää malleja ja representaatioita
4. rakennuksen käyttöön liittyvät laskelmat
5. standardit, jotka mahdollistavat vertailun ja osittaisten representaatioiden yhdistämisen.

BIM-ympäristössä työstettäville suunnitelmille ja luonnoksille on luonteenomaista, että ne ovat osittaisia, toisistaan riippuvaisia, epätäydellisiä ja kuvitteellisia. (Paavola & Miettinen, 2013, 12.) Mallien riippuvaisuus toisistaan on hyvin tärkeä ominaisuus, joka on luonteenomaista juuri simulaatioille. Mallin osia liikutellaan niitä työstettäessä organisationaalisten rajojen yli. Niitä työstävät niin eri asiantuntijaryhmät kuin myös tilaajat, tuottajat ja viranomaiset. Näitä malleja kutsutaankin monesti syystä

rajaobjekteiksi (Bergman & al, 2007). Näitä malleja täydentävät informaatioartefaktit eli esimerkiksi listat ja tietokannat. (Paavola & Miettinen, 2013, 13.) Rajaobjektin käsitettä ei tule rajoittaa pelkästään ensimmäiseen luokkaan, mitä edellä esiteltyt jaettut mallit edustavat. Varsinaiset mallit tarvitsevat tuekseen myös esimerkiksi jaettuja tietovarastoja.

### 3.4 Yhteistyö ja sen ulottuvuudet

BIMin ympärille liittyy paljon ääneen lausumattomia olettamuksia. Dossickin ja Neffin (2011) tutkimuksen mukaan eri asiantuntijat saattavat olettaa, että malliin tehdyt muutokset implisiittisesti pakottavat toista asiantuntijaryhmää reagoimaan. Energia-tehokkuuslaskelmat lisäävät tähän kuvioon oman haasteensa. Voidaan kysyä, tuottavatko mallinnukset tarpeeksi eksplisiittistä tietoa kaikille mukanaoleville asiantuntijaryhmille. Edellä mainitun tutkimuksen mukaan BIM-ohjelmistojen käyttäminen ei varsinaisesti helpota yhteistyötä ja ongelmanratkaisua. BIM auttaa huomattavasti ongelmien löytämisestä, mutta varsinaiseen yhteistoiminnalliseen ongelmanratkaisuun ei siitä löytynyt apua. (Dossick & Neff, 2011, 87)

Kirjoittajat erottavat BIM-ohjelmistoihin liittyvästä vuorovaikutuksesta kolme ulottuvuutta, joilla puhdas teknologia ja sotkuinen puhe eroavat toisistaan. *Muodollisuus* - *epämuodollisuus* liittyy dokumenttien ja artefaktien käyttöön organisaatiossa. Epämuodollista vuorovaikutusta esiintyy usein epätäydellisen tai epätarkan informaation yhteydessä. *Aktiivisuus* - *passiivisuus* viittaa siihen, otetaanko dokumentit valmiiksi annettuna, vai joudutaanko niitä aktiivisesti muokkaamaan. Artefakteja saatetaan joutua aktiivisesti muokkaamaan niin, että niitä voidaan käyttää hyödyllisesti osana työskentelyä. *Joustavuus* - *joustamattomuus* viittaa taas dokumenttien tai artefaktien luonteeseen. Joustavat artefaktit ovat muokattavissa, kun taas joustamattomat artefaktit otetaan vuorovaikutukseen annettuina. Powerpoint-esityksiä käytetään esimerkkinä joustamattomista dokumenteista. (Dossick & Neff, 2011, 87.)

BIM-työkalut edellyttävät käyttäjiltään monesti aikaisempia työtapoja suurempaa panostusta ja tarkkuutta. Monet asiantuntijaryhmät käyttävät mielummin perinteisiä

2-ulotteisia piirrustuksia BIM-mallinnusten sijaan. Perinteisiä työtapoja pidetään nopeampina, vaikka samaan aikaan tunnustetaan, että tulevaisuudessa pitäisi siirtyä 3-ulotteisten jaettujen mallinnusten käyttöön. (Paavola & Miettinen, 2013, 17.) Perinteiset työtavat ovat kuitenkin edelleen käyttäjien kokemuksen mukaan joustavampia, aktiivisempia ja epämuodollisempia kuin BIM-työskentely. (Dossick & Neff, 2011, 87.) Tulevaisuuden rakennusprojektit lähtevät aivan uudella tavalla elinkaariajattelusta ja toisaalta pitkistä kumppanuussuhteista. Nämä kumppanuussuhteet vaativat tuekseen digitaalista infrastruktuuria. Tämän infrastruktuurin käyttöönotto taas aiheuttaa väijäämättä paineen uudenlaisten työtapojen luomiselle.

Digitaaliseen maailmaan liittyvä *varastoi ja välitä* -periaate ei ole sovellettavissa epämuodolliseen kommunikaatioon. Epämuodollinen keskustelu, ideointi ja luonnostelu eivät lähtökohtaisesti tuota muodollista dokumentaatiota. Esimerkiksi henkilökohtaiset keskustelut vaativat tuekseen sähköpostivarmistuksen. Muutoin sovittuja asioita ei välttämättä ole olemassa. Kyseessä onkin nopean ja luotettavan kommunikaation ja työskentelyn välinen dilemma. (Dossick & Neff, 2011, 88.) Eräs tapa yrittää rakentaa siltä näiden toimintatapojen välille on ollut työtapo, jossa eri toimijoiden mallinnukset kerätään tasaisin väliajoin ja syötetään BIM-järjestelmään. Tämänkaltaisen ongelma-kohtien tunnistaminen ei kuitenkaan ole saanut suunnittelijoita puolelleen, koska sen on katsottu tuottavan paljon turhaa työtä. Tuloksena on ollut merkityksettömiä virheilmoituksia. (Paavola & Miettinen, 2013, 17.)

### 3.5 Tietomallinnuksen ulottuvuudet

2020-luvulle tultaessa BIM-ohjelmistojen käytölle on määritelty neljä tasoa nollasta kolmeen. Tässä esimerkkinä on käytetty Yhdistyneen Kuningaskunnan NBS-standardia. (NBS 2020, mukaan.)

**Taso 0** on taso, jolla ei varsinaisesti käytetä yhteistoiminnallista suunnittelua. Mallinnukset tehdään kaksiulotteisina ja dokumentit tuotetaan paperille tai sähköisille tulosteille.

**Taso 1** sisältää sekoituksen 3-ulotteista CA-työskentelyä ja 2-ulotteista luonnostelua. Tiedon ja datan jakaminen tapahtuu CDE-ympäristön avulla. NBS-vaatimusten mukaisesti CAD-standardit on määritelty brittiläisten standardien mukaan. Tämä malli on siilottunut. Toisin sanoen, jokainen toimijataho ylläpitää omia tietokantojaan.

**Taso 2** Tätä tasoa määrittelee yhteistoiminnallinen työskentely. Osapuolet käyttävät omia 3D-mallejaan. Tämä taso ei siis vielä edellytä jaetun mallin käyttöä. Yhteistyötä määrittää tiedonjako eri osapuolten välillä. Tiedonvälitys perustuu yhteisiin tiedostomuotoihin. Tämän vuoksi myös käytettyjen ohjelmien täytyy kyetä muuntamaan tietoa eri tiedostomuotoihin. Yhdistyneessä Kuningaskunnassa tämä toiminnan taso on asetettu minimiedellytykseksi kaikissa julkisissa rakennushankkeissa vuonna 2016.

**Taso 3** on työskentelyn tavoitetaso. Tällä tasolla kaikki osapuolet työskentelevät yhden yhteisen mallin parissa. Kaikki osapuolet pääsevät käsiksi samaan malliin. Hyötynä tästä on ristiriitaisen informaation väheneminen. Tavoitteena on ”Työskentelykulttuuri, joka on yhteistyölle perustuva ja pyrkii oppimaan ja jakamaan opittua” (HM Government, 2015).

Britanniassa BIM-ohjelmistoilla on laskettu saadun miljardien puntien säästöjä julkisissa rakennushankkeissa (HM Government, 2015). Kiinnostus työtapojen kehittämiseen ei ole pelkästään akateemista, vaan myös taloudelliset panokset ovat suuret.

### 3.6 Sotkuisen puheen operationalisointi

Sotkuinen puhe siinä muodossa kuin Dossick & Neff (2011) ovat sen esitelleet soveltuu huonosti tutkimuksen viitekehykseksi. Jatkotutkimuksen kannalta ongelmaksi muodostuu artikkelissa esiteltyjen kolmen akselin abstraktius. Sotkuisen puheen käsitettä onkin kehitetty eteenpäin tutkimalla virtuaalisten suunnittelutiimien yhteistyötä tietomallintamisen käytössä. Tämän tutkimuksen pohjalta sotkuista puhetta on myös operationalisoitu. Dossick & al. (2014) esittävät varsinaiselle sotkuiselle puheelle neljä vuorovaikutuksellista kriteeriä, joiden tulee täyttyä.

Taulukko 1: Sotkuinen puhe -teorian typologiat

Puheen luokka	Elementit
Löytäminen	Molemminpuolinen löytäminen
Vianetsintä	Molemminpuolinen löytäminen Kriittinen paneutuminen Päätös
Sotkuinen puhe	Molemminpuolinen löytäminen Kriittinen paneutuminen Tiedonvälitys Päätös

Ensimmäinen kriteereistä on **molemminpuolinen löytäminen** (*mutual discovery*). Tämä tarkoittaa sitä, että merkittävä asia tai ongelma nousee esiin yhteisessä keskustelussa. Ongelma voi nousta yhteiseen tietoisuuteen vuorovaikutuksellisen työskentelyn aikana tai vaihtoehtoisesti yhden tiimiläisen esiinnostamana. Edellytyksenä on, että läsnäolijat tunnistavat ja tunnustavat asian merkityksen. **Kriittinen paneutuminen** (*Critical engagement*) sisältää kysymyksiä, vastauksia ja mielipiteiden vaihtoa nousseen asian tai ongelman suhteen. **Tiedonvaihto** (*knowledge exchange*) on erityisen merkityksellistä moniammatillisissa tiimeissä. Tiedonvaihdon tunnusmerkkinä on se, että joku tiimin jäsenistä jakaa asiaan liittyvää avaininformaatiota muiden tiimiläisten kanssa. Kirjoittajien mukaan tiedonvälitys on juuri sotkuisen puheen avaintekijä. **Päätös** (*resolution*) on viimeinen sotkuisen puheen elementti. Tämä elementti voi olla joko yksinkertainen päätös toiminnasta tai monimutkaisempi yhteisen tiedon muodostamiseen tähtäävä toiminnan jakso. Päätöksenteko voi johtaa uuteen molemminpuolisesta löytämisestä alkavaan sotkuisen puheen jaksoon. (Dossick & al., 2014.)

Näiden neljän elementin pohjalta Dossick & al. hahmottelevat kolme typologiaa, joilla voidaan luokitella tietomallintamiseen liittyvää vuorovaikutusta. **Löytäminen** (*Discovery*) sisältää molemminpuolisen löytämisen elementin. Itse asian tai ongelman löytäminen ei vielä johda ongelmanratkaisuun. **Vianetsintä** (*troubleshooting*) sisältää molemminpuolisen löytämisen, kriittisen paneutumisen ja päätöksen elementit. Kirjoittajien esittelemässä tutkimuksessa tämä luokka oli kuitenkin kaikista tehottomin, tiedonvaiht-



don puuttuessa se johti yrityksen ja erehdys -menetelmällä työskentelemiseen. Viimeinen luokka, joka sisältää kaikki neljä elementtiä on itse **sotkuinen puhe** (*messy talk*). Nämä typologiat on esitelty taulukossa 1. (Dossick & al., 2014.)

## 4 Tutkimusaineisto ja analyysimenetelmät

### 4.1 Tapaustutkimus tutkimusmenetelmänä

Tapaustutkimusta tehtäessä tutkimusaineiston valinnan pitäisi lähteä tutkimuksellisista lähtökohdista. Ainakin ideaalitulanteessa tutkittavan tapauksen pitäisi kuvata hyvin tutkittavaa ilmiötä. Tutkittavan tapauksen tulisi myös olla yleistettävissä. (Aarnos & al., 2018.) Tässä opinnäytetyössä aineisto ja tutkittava tapaus on valittu ennen kaikkea mahdollisuuksien puitteissa. Tutkittava aineisto oli pro gradu -työn aloitusvaiheessa saatavilla. Kyseinen aineisto oli myös laajuudeltaan pro gradu -työhön sopiva. Näin ollen monet tutkimukseen liittyvät rajaukset on tehty ennen kaikkea käytännöllisistä näkökulmista.

Yleinen tapa tapaustutkimuksissa on käyttää useampia aineistohankintamenetelmiä. Tähän metodiin viitataan tutkimuskirjallisuudessa triangulaationa. (Gillham, 2000, s. 13.) Tutkittavaa kohdetta ajatellaan tarkasteltavan useammasta näkökulmasta. Pro Gradun suppeuden vuoksi hylkäsin tutkimusprosessin alkuvaiheessa ajatuksen tutkitavaan projektiin osallistuneiden haastattelusta. Tutkittavat henkilöt saattavat olla omasta mielestään rehellisiä vastatessaan haastattelijan kysymyksiin. Haastatteluista saatu tieto on kuitenkin aina haastateltavan tulkintaa tutkittavasta kohteesta. (Gillham, 2000, s. 13–14) Videoidut palaverit ovat tämän vuoksi autenttisempia kuin haastattelut. Niiden avulla on mahdollista saada ensi käden tietoa tutkittavien asiantuntijoiden vuorovaikutuksesta. Haastattelut tuottavat taas ennen kaikkea tietoa haastateltavien kokemuksesta ja tulkinnoista.

Tapaustutkimus on käytetty tutkimusmenetelmä tutkittaessa rakennusalan työtapoja ja -välineitä. Tutkittavat kohteet ovat monesti niin laajoja, että laajempien näytteiden

tai otosten käyttäminen olisi liian aikaa vievää ja kallista. Tutkittaessa varsinaisten rakennusprojektien onnistumista on mukana valtava määrä muuttujia. Tapaustutkimus mahdollistaa ainakin joiltakin osin muuttujien viitekehyksen tuomisen mukaan tutkimukseen. (Taylor & al. 2011) Tämän pro gradu -työn tapauksessa kvantitatiiviset menetelmät ovat melko lailla poissuljettuja. Koska kyseessä on kuitenkin harkinnanvarainen näyte, eivät laadullisten tutkimusmenetelmien lähtöedellytykset täyty.

Taylor & al. esittelevät (2011) Rakennusalan tapaustutkimukselle kaksi lähtökohtaista vaatimusta. Kirjoittajat käyttävät analogiana yhdysvaltalaisista oikeuskäytäntöä, jossa asian kantajalla on todistustaakka asiassa. Lähtökohtaiset vaatimukset ovat *etenemisen taakka* (engl. burden of going forward) ja *todistustaakka* (engl. burden of proof). Pro gradu -työn suppeuden takia nämä tapaustutkimuksen taakat tulee määritellä melko kevyiksi. Tässä työssä erityisesti huomioidut näkökulmat ja tavoitteet on esitetty taulukossa 2 (Taylor & al. 2011, s. 309 mukaan). Taylorin & al. (2011) meta-analyysin

Taulukko 2: Tapaustutkimukselle asetetut vaatimukset

<b>Eteenpäinmenemisen taakka</b>	Asianmukainen tutkimuskysymysten asettelu
	Tapauksen valinta tutkimuskysymykseen sopivasti
	Toistettavien toimintatapojen käyttäminen
	Aineiston keräämisen metodien ja toimintatapojen määrittely
	Aineiston sisällyttäminen julkaistuun työhön
<b>Todistustaakka</b>	Pitkittäinen aineistonkeruu
	Useampien tutkijoiden mukanaolo
	Uusien tai jalostettujen väitteiden esittäminen
	Väitteiden yhdistäminen sisäisesti ehyeen teoreettiseen malliin, joka selittää ilmiötä.

perusteella tapaustutkimuksissa on usein tavoitteena uuden teorian luominen. Tässä kyseisessä meta-analyysissä painottui uuden teoreettisen viitekehyksen luominen, mutta ei niinkään kehitettyjen teorioiden testaaminen tai soveltaminen. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa teoreettisten konstruktioiden testaamiseen on mahdollista käyttää esimerkiksi konfirmatorista faktorianalyysia eli rakenneyhtälömalleja. Faktorianalyysi edellyttää kuitenkin reliaabeleita ja testattuja mittareita. Vielä kovempi voi olla vaa-

timus tilastoyksiköiden 4 – 10 -kertaisesta määrästä muuttujiin nähden. Tämän gradu -työn tutkimukselliset välineet ovat melko vaatimattomat. Tieteellisessä taustoituksessa esitettyä *sotkuisen puheen* teoriaa käytetään toisen sisällönanalyysin kehiikkona. Kyseistä teoriaa ei ole käytetty viitekehyksenä toukokuuhun 2020 mennessä julkaistuissa artikkeleissa.

## 4.2 Tutkimuskysymykset

Kuten Paavola ja Miettinen (2013) toteavat, on BIMin visuaalinen ulottuvuus voimakkaasti läsnä esimerkiksi arkkitehtien työskentelyssä. Energiatehokkuuslaskelmat ja toisaalta energiatehokkuusmallinnukset perustuvat monesti melko monimutkaisiin matemaattisiin malleihin, joiden visualisointi voi olla haasteellista. Esimerkiksi Zhang & al (2009) ovat kehittäneet rakennuksen energiatehokkuuden määrittelyyn menetelmän, jossa kielellisiä muuttujia muutetaan numeerisiksi arvoiksi käyttäen apuna sumean logiikan keinoja.

Tutkimusaneisto itsessään keskittyy juuri sivulla esiteltyyn tietomallinnusten käyttämisen toiseen ja osin kolmanteen tavoitetasoon. Ennen mallinnusten käyttöönottoa toimijoiden tulee sopia yhteisistä standardeista ja toimintatavoista. Energiatehokkuusmallinnukset ja -simulaatiot ovat verrattaen uusi työväline rakennustietomallinnuksessa. Näin ollen niiden käyttämiseen ei ole vakiintuneita käytäntöjä. Tutkimuskysymykset tulisikin asettaa tämän lähtökohdan mukaisesti.

Edellä esitettyjen teoretisointien perusteella on perusteltua tarkastella tietomallinnuksia rajaobjekteina. Vaikka Paavolan & Miettisen (2013) mukaan itse rajaobjekti on liian suppea käsite kuvaamaan BIM-ohjelmistoperhettä, voimme käyttää tätä teoretisointia apuna sen osia kuvattaessa. Ottaen huomioon Whyten & Lobon (2010) kuvaileman kritiikin onkin syytä keskittyä rajoilla tapahtuvaan kommunikaatioon sen sijaan, että keskittyisimme itse rajaobjektiin.

Toinen mielenkiintoinen näkökulma liittyy muodollisen työskentelyn ja epämuodollisen puheen väliseen vuorovaikutukseen. Aikaisempien tutkimusten perusteella voidaan olettaa, että mallinnukset tarvitsevat tuekseen epämuodollista keskustelua, joka ei ole

standardoitua tai dokumentoitua. Tutkimusten mukaan BIM on erityisen tehokas ongelmakohtien löytämisessä, mutta toisaalta itse ohjelmistojen käyttö ei tarjoa apua ongelmien ratkaisuun. Tärkeä tutkimuskohde onkin, miten mallinnusten avulla voidaan parantaa asiantuntijoiden välistä yhteistyötä.

Aikaisempien tutkimusten perusteella monet suomalaiset toimijat pitävät BIM-mallinnuksia aikaavievinä ja hankalina, mutta samalla tulevaisuudessa välttämättöminä (Paavola & Miettinen, 2013). Onkin odotettavaa, että energiatehokkuusmallinnusten käyttö työvälineenä aiheuttaa painetta myös työtapojen muutoksille. Ylipäänsä on hyvä selvittää, onko näitä mallinnuksia mahdollista käyttää BIM-ympäristön ulkopuolella. Oletettavasti 3D-mallinnus luo tarvittavien tietokantojen ja listojen kanssa pohjan, johon energiatehokkuusmallinnukset ja -simulaatiot integroidaan. Näin ollen mallinnukset muodostavat uuden rajaobjektin, joka on yhteydessä muihin BIM-objekteihin.

Tässä yhteydessä on hyvä palata Whyten & Lobon (2010) esittelemiin rajaobjektiluokkiin ja niiden funktioihin. Rajaobjektien perusfunktiot ovat heidän mukaansa tiedon muuntaminen, kääntäminen ja siirtäminen. Mallinnusten yhteydessä on tarpeellista selvittää, ketkä ovat muunnos-, käännös-, ja siirtoprosessien toimijoita ja mitkä ovat näiden prosessien mahdolliset ongelmakohdat. Ongelmakohtien analyysissä voidaan käyttää apuna sotkuisen puheen neljää elementtiä. Voimme kysyä, miten nämä elementit ilmenevät suhteessa mallinnuksien rajanylityksiin. Energiatehokkuusmallinnukset ovat melko uusi asia BIM-ympäristössä. Tämän vuoksi tutkimuksen yksi tarkoitus on myös tuottaa perustietoa energiatehokkuusmalleista ja niiden käytöstä. BIM-ohjelmistoperheen käytöllä pyritään nykyään pitkäaikaisiin, jopa vuosikymmeniä kestäviin kumppanuussuhteisiin. (Mäki, Paavola, Kerosuo & Miettinen, 2012.) Tämän takia on tarpeellista selvittää, keitä ovat eri tahot, jotka näitä mallinnuksia käyttävät. Samoin on syytä kysyä, millaista informaatiota mallinnusten on tarkoitus eri intressiryhmille tuottaa. Tässä kysymyksessä astumme hieman ulos pelkästä asiantuntijatahojen välisestä vuorovaikutuksesta ja selvitämme myös tavallaan objektin ulkorajoilla esiintyvää vuorovaikutusta. Tietomallinnusten käyttöä rakennusteollisuudessa on ohjeistettu vuonna 2012 ilmestyneillä luvussa 2.2 esitellyillä tietomallinnusohjeilla. (YTV, 2012, 1-14.) Nämä ohjeet luovat viitekehyksen sille, miten aineistoa tarkastellaan.

Tutkimuskysymysten tarkoituksena tuoda tietoa rakennusalan tietomallintamisen työkäytännöistä. Viitekehyksenä käytetään toisaalta viranomaisvaatimuksia ja alan omia toimintastandardeja sekä toisaalta luvussa 3 esitettyä teoreettista viitekehystä. Tämän pro gradu -työn fokuksessa on *sotkuinen puhe*-teorian tarkastelu. Puhdas teknologia ja sotkuinen puhe itsessään ovat kuitenkin aivan liian abstrakteja lähtökohtia analyysille. Tutkimuskysymys 1 luokin pohjan analyysille sekä teorian jalkauttamiseen. Tutkimuskysymykset 2 ja 3 keskittyvät taas teorian jalkauttamiseen.

1. Mistä rakennusprojektin suunnitteluun osallistuvat asiantuntijat keskustelevat yleissuunnitteluvaiheessa?
2. Millaisia puheen sotkuisen puheen lajeja keskustelussa esiintyy? (Luvun 3.6 mukaan)
3. Mitä tietomallien rajaobjekteihin liitettyjä ominaisuuksia voidaan keskusteluista löytää?

### **4.3 Videoidut palaverit ja niiden analysointi**

Tutkimuksen aineistona on analysoitu videoituja solmutyöskentelytapaamisia, joissa eri alojen asiantuntijat sopivat BIM-ympäristössä käytettävistä suureista ja standardeista. Aineistona käytetään isoon julkiseen rakennusprojektiin liittyviä big room -suunnittelupalavereita. Nämä kolme palaveria sijoittuvat keväälle 2011. Palaverit on videoitu ja videoista on kirjoitettu puhtaaksi litteraatti. Analyysin on tarkoitus tuottaa tiivistetty luokittelu palavereissa käydystä keskustelusta. Luokittelun avulla keskusteluprosesseja voidaan analysoida pohjautuen luvussa 3.6 esitettyyn viitekehykseen.

### **4.4 Laadullinen sisällönanalyysi videoaineistosta**

Laadullinen sisällönanalyysi aineistosta alkoi analysoitavien videoiden katsomisella. Analysoitavat kokoukset oli sekä videoitu, että myös litteroitu kirjalliseen muotoon. Videoaineistoihin tutustumisen jälkeen tekstin pätkät segmentoitiin Excel-taulukkoon.

Segmentoinnin ensimmäinen kriteeri oli litteroinnissa eroteltu puheenvuoro. Tämän jälkeen lyhyet, samaan keskusteluun liittyvät segmentit yhdistettiin ja toisaalta pitkiä puheenvuoroja jaoteltiin useammiksi segmenteiksi. Segmentoinnin päätavoitteena oli koostaa asiasisällöltään yhtenäisiä ja toisaalta tarpeeksi lyhyitä katkelmia keskustelusta. Tämän jälkeen segmenttien sisällöstä kirjoitettiin lyhyt tiivistys.

Ensimmäisestä kokouksesta tehdyn segmentoinnin ja tiivistyksen perusteella aloitettiin alustava koodaus. Koodaus perustui aineistossa toistuviin alan avainsanoihin kuten *malli*, *massoitus*, *hankesuunnitelma*, *energialaskelma* sekä eri toimijaryhmiin viittaviin ilmauksiin kuten *loppukäyttäjä*, *tilaaja*, *arkkitehti*, *rakenneinsinööri*. Tämän jälkeen alustava koodausrunko luokiteltiin kolmitasoiseksi ja tätä koodausrunkoa testattiin samalla palaveriaineistolla. Koodausrunkoa tiivistettiin testiluokittelun perusteella. Tämän jälkeen loput litteroidut aineistot luokiteltiin saman koodausrunгон perusteella.

Aineistolle on esitetty laajassa merkityksessä seuraavat kysymykset:

- Mistä asioista palavereissa keskustellaan?
- Mitä ongelmia keskusteluissa nostetaan esille?
- Mihin malleihin keskusteluissa viitataan?

Keskusteluaineistossa viitataan harvoin eksplisiittisesti eri asiantuntijaryhmiin. Tämän vuoksi analyysissa on otettu erikseen huomioon jokainen kerta, kun eri asiantuntijaryhmä mainitaan. Itse projektia tuntematta on vaikea päätellä, milloin puheenvuorot sisältävät piilotettuja viittauksia, joten analyysissa on rajoitettu suoriin viittauksiin. (Schreier, 2012, 102.) Ensimmäisessä analyysissa käytetyt kysymykset liittyvät tutkimuskysymykseen 1. Tämä analyysi on siis tehty käyttämättä mukana sotkuisen puheen teoriaa.

## 4.5 Koodausrunko

Aineiston koodausrunko jakautuu neljään kategoriaan, jotka ovat **Malli**, **Riskit**, **Hankesuunnitelma** ja **Päätöksenteko** sekä kaatoluokka **Muut**. Kategoriat on taas jaet-

tu luokkiin ja alaluokkiin. Tulosten esittämisen selkeyttämiseksi jokainen alaluokka on numeroitu kolminumeroisella koodilla [(kategoria)(luokka)(alaluokka)]. Kategorioista alaluokiltaan laajin *malli* on esitetty taulukossa 9. Kategoriat *riskit* ja *hankesuunnitelma* on esitetty taulukossa 10. Kategoriat *päätöksenteko* ja *muut* on esitelty taulukossa 11. Kattegoria Muut on niin sanottu kaatoluokka, johon on koodattu tutkimuksen kannalta vähemmän relevantti ja täysin irrelevantti keskustelu. Irrelevantiksi on luokiteltu keskustelu, jossa viitataan nimeltä mainittuihin henkilöihin, joiden funktiota ei voi määrittellä, viittaukset rakennuspaikalla tehtäviin käytännön toimenpiteisiin sekä viittaukset palaverin protokolla tai aikataulutukseen. Varsinaisen mallin työstämistä koskeva aikataulutus on sen sijaan otettu mukaan tarkasteluihin, koska se vastaa aineistolle esitettyihin kysymyksiin. Koodausrunko on esitetty taulukoissa ja avattu tarkemmin liiteluvussa A.

## 4.6 Sisällönanalyysi sotkuisen puheen suhteen

Sisällönanalyysin toisessa vaiheessa aineisto luokiteltiin käyttämällä samoja luokitteluyksiköitä. Tällä toisella analyysillä pyrittiin löytämään vastauksia tutkimuskysymykseen 2. Keskustelunkatkelmia arvioitiin sen perusteella, mihin luvussa 3.6 viitatuista luokista kyseinen katkelma kuuluu. Käytetyt luokat ovat **molemminpuolinen löytäminen**, **kriittinen paneutuminen**, **ongelmien löytäminen** ja **päätös**. Lisäksi näihin luokkiin kuulumattomia tekstikatkelmia aseteltiin luokkiin **monologi**, **hallinnollinen puhe**. Näistä luokka *monologi* sisältää pitkiä yksinpuheluita, joita ei voi luokitella neljän edeltävän vuorovaikutuksellisen luokan alle. *Luokka hallinnollinen puhe* sisältää esimerkiksi työskentelyn aikataulutukseen ja muihin hallinnollisiin asioihin liittyviä monologeja ja keskusteluita. Dossick ja Neff (2014) määrittelevät nämä analyysiluokat melko laveasti. Koodausrungossa käytetyt kriteerit on muodostettu näiden alkuperäisten luokkien kriteerejä tiivistäen. Koodausrunko on esitelty taulukossa 3.

Taulukko 3: Sotkuisen puheen koodausrunko

<b>Analyysiluokka</b>	<b>Kriteerit</b>	<b>Esimerkki</b>
Molemminpuolinen löytäminen	Asian tai ongelman nouseminen esiin keskustelussa	”Entäs maalämmön käyttö?” ”Hei nyt tuli mieleen se käyttäjän mukana olo että missä vaiheessa koska käyttäjä tulee.”
Kriittinen paneutuminen	Kysymyksiä, vastauksia ja mielipiteiden vaihtoa asian suhteen	”Se ei oo laadullisesti et mikä oli parasta arkkitehtuuria niin se oli se mis oli se juhlasali, tai se liikuntasali käyttäjien mielestä.”
Tiedonvälitys	Avaininformaation jakaminen muiden kanssa	”... Sillon me tarvitaan kompensatiota jostain muualta. Ja sil tavalla se voi nostaa kustannuksia.”
Päätös	Päätös toiminnasta tai pyrkimys yhteisen tiedon muodostamiseen	”Ei sillä ole sellasta oleellista merkitystä. Patterit ei oo poissuljettu, sanoisin näin.”
Monologi & Hallinnollinen puhe	Pitkä monologi Puheesta ei löydy yllä olevia neljää elementtiä. Alussa tai lopussa.	”Niin voitte kirjata erikseen ihan ja mää sovin siitä tarkemmin sitte NNn kanssa ...”



## 5 Sisällönanalyysin tulokset

### 5.1 Kolmen palaverin analyysi

Kolmen palaverin keskusteluiden sisällönanalyysin tulokset on esitelty tässä luvussa. Sisällönanalyysi tehtiin ensin kolmiportaisen luokittelun mukaan. Sen jälkeen samat analyysit tehtiin määrittelemällä luokitellulle keskustelukatkelmalle funktio sotkuisen puheen luokituksessa. Analyysiluokat on esitelty numeroilla taulukoiden tiivistämiseksi. Numeroitu luokittelu on löydettävissä sivuilta 61 – 63. Tämän jälkeen aineistosta on haettu vielä sotkuinen puhe -teorian mukaisia typologioita (taulukko 1). Typologiat on yhdistetty liittämällä samaan keskusteluun liittyvät luokat toisiinsa teemoittain keskustelun sisältöä. Varsinkin ensimmäisessä palaverissa keskustelu on jäsentymätöntä ja polveilevaa. Sen vuoksi kovin hienosyinen analyysi ei ole mahdollista. Samasta syystä myös kvantitatiivinen analyysi on sivuutettu vaihtoehtona.

### 5.2 Ensimmäinen palaveri

Ensimmäinen analysoitu palaveri oli ryhmän järjestäytymispalaveri. Palaverin raaka-analyysin perusteella on tuotettu taulukko 12 sivulla 75. Taulukossa 4 sivulla 27 on esitelty tulkinnat ensimmäisen palaverin analyysistä luvussa 3.6 määritellyn luokituksen mukaan.

#### 5.2.1 Molemminpuolinen löytäminen

Ensimmäisen palaverin keskustelun luokasta **molemminpuolinen löytäminen** voidaan tiivistää kolme keskustelunavausten suuntaa: *tietomalli*, *arviointi* ja *yhteydet ulkopuolelle*. Tietomalliin liittyvät kiinteästi eri ohjelmien välinen yhteensopimattomuus. Tämä ongelma esitellään keskustelunavauksissa tosin vain lyhyesti.

”Ku meillähän oli silloin [aikaisemmassa kohteessa] vähä ongelma nytten ku toi [ohjelma] ei syö, se ei oikeen mallin kans oo mitään kontaktia.”

Taulukko 4: Ensimmäinen palaveri

<b>Molemminpuolinen löytäminen</b>	
Keskustelunaiheet	Tarkemmat sisällöt
Tietomalli	Mallin käytön hankaluudet esillä Epätäydellinen tieto vaikeuttaa mallin käyttöä Aikataulut ja toimintajärjestys epäselvää
Arviointi	Merkittävän arkkitehtuurin kriteerit Aikaisempien projektien esittelyä
Yhteydet ulkopuolelle	Rakennuksen yhteydet kaupungin infrastruktuuriin Paloturvallisuuden huomioonottaminen
<b>Kriittinen paneutuminen</b>	
Keskustelunaiheet	Tarkemmat sisällöt
Tavoitteet ja kriteerit	Massamallin työstäminen Asiantuntijayhteistyö mallin työstämisessä Riittävästi tietoa arkkitehdille
Aikataulut	Riittävän tarkkuuden määrittely Liian tarkan mallin välttäminen Ajankäytön optimointi
Standardisointi	Objektien määrittely Toimintatapojen määrittely
<b>Tiedonvälitys</b>	
Keskustelunaiheet	Tarkemmat sisällöt
Energialaskelmat	Laskemaan pääsee vähäisillä tiedoilla
Mallin massoitus	Massoituksen vaikutus kustannuksiin
<b>Päätös</b>	
Keskustelunaiheet	Tarkemmat sisällöt
Implisiittisiä viittauksia	Ei selkeitä päätöksiä Viittauksia työnjakoon ja jatkotoimenpiteisiin Ei selkeitä päätöksiä tai ratkaisuja

Tilamallin työstäminen on myös työlästä, joten keskustelussa ehdotetaan asioiden pitämistä yksinkertaisena aluksi. Myös energialaskelmiin liittyviä asioita sivutaan jäähdytyksen ja lämmityksen osalta. Simulaatioita sivutaan aikataulutuksen osalta.

”Ei tarvi olla joku tila paikallaan että riittää että, tiedätte vaikka osatoalueita tai tommosia. Saadaan niistä kokonaisuuksia irti.”

Arviointiin liittyvät keskustelunavaukset sisältävät keskustelua siitä, miten suunnittelutavan rakennuksen arkkitehtuurin laatua voidaan arvioida. Tähän kysymykseen liittyy myös pohdinta tilaajan preferensseistä ja tarpeista.

”... Ja sitten niissä niinkö sanoit, että toiminnalliselta kannalta niin saattaa joku kalliimpi ratkasu olla, parempi ku sit se halvempi.”

Ulkopuolisiin yhteyksiin liittyvä keskustelu sisältää konkreettisia kysymyksiä siitä, miten rakennus liittyy esimerkiksi kaukolämmön osalta ulkopuoliseen infrastruktuuriin. Toisaalta keskustelua käydään siitä, mikä käyttäjän rooli suunnittelussa on ja toisaalta siitä, miten rakennus- ja viranomaismääräykset otetaan huomioon.

”No varmaan jotenki paloturvallisuus pitää erityisesti kans ottaa huomioon.”

### 5.2.2 Kriittinen paneutuminen

Keskustelun analyysiluokka **kriittinen paneutuminen** kattaa ajallisesti suurimman osan palaverista. Eri luokkien ajallista kestoja ei ole mitattu eksaktisti, vaan päätelmä perustuu karkeaan silmämääräiseen arvioon. Koska kyse on yksittäisestä tapaustutkimuksesta, jota ei vertailla muihin tapauksiin, ei tutkimuksessa ole käytetty kvantitatiivista analyysia eri keskustelulajien välillä (vrt. Dossick & al. 2014). Kriittinen paneutumisen ensimmäinen funktio tässä palaverissa on *tavoitteiden ja kriteereiden* näkyväksituominen. Tämä funktio on helppo nostaa aineistosta esille, koska keskustelijat mainitsevat sen heti palaverin aluksi hyvin selkeästi.

”... Niin nyt pitäs määritellä et mitkä ne on ne, mitkä ne asiat on mitä käsitellään jollon niitä, jos se on yks tän Solmu-työskentelyn idea et me koitetaan tuoda esille näkyväks ne eri näkökulmat. Esimerkiksi arkkitehtuuri on yks semmonen näkökulma ja siinä nyt tietysti.... Tuodaan se esille siinä yhtenä mittarina et siel on energiankulutus esimerkiks energiatehokkuus mitä siel onkaan ja rakentamiskustannukset...”

Valintakriteereiden ja työskentelyn tavoitteiden esiinnostamista osallistujat pitävät erityisen tärkeänä arkkitehdin työn tukemisen kannalta. Koko alkuvaiheen työskentelyn suurin tavoite on rakennuksen massamallin työstäminen.

”...mun mielestä tän ekan Solmun tarkotushan pitäs olla tarjota arkkitehdille sitä informaatiota. Että mihin nää vaihtoehdot on menossa.”

Työskentelyn *aikataulut* on myös kriittisen paneutumisen kohteena. Aikataulutuksen työvälineenä on tilamallien ja energiamallien käyttö oikeassa vaiheessa. Oikean vaiheen arvioimiseen käytetään puheessa *välttämättömyyden ja riittävyiden* arviointia. Keskustelussa paneudutaan siihen, mikä on riittävä taso eri mallien käytölle esimerkiksi energiatehokkuuslaskelmien suhteen. On syytä huomata, että keskusteluita seuraamalla voidaan päätellä riittävän tarkkuustason olemassaolo, mutta ei varsinaisiin mallinnuksiin liittyviä toimintatapoja.

”Arvion tekeminen on aika nopee homma, tommosest karkeest mallista, että se on huomattavasti tarkempi kun joku ...”

Objektien ja eri työvälineiden *standardisointi* on myös kriittisen paneutumisen kohteena keskustelussa. Käytetyt ohjelmistot eivät suoraan kommunikoi toistensa kanssa, vaan rajapinnat tulee määritellä projektikohtaisesti. Myös arkkitehdeilla ja insinööreillä on erilaiset toimintatavat objektien määrittelyiden suhteen.

”...Mutku sovitaan vaan jotkut pelisäännöt niin sit samalla (–) myös nää niin on paljo helpompaa ku sitte joissain kohteissa ku on jälkikäteen niin. Valitettavasti arkkitehdit yleensä ei hirveesti tykkää mennä muuttamaan niitä hassuja koodeja. Anteeks ei ne oo hassuja mutta, mut sanoo et ne on hassuja.”

### 5.2.3 Tiedonvälitys

Analyysiluokka **tiedonvälitys** kattaa keskustelusta vain kaksi katkelmaa. Nämäkin asiantuntijarajat ylittävät jaettua tietoa tuottavat puheenvuorot ovat luonteeltaan

yleisluontoisia ja suuntaa-antavia. Energialaskelmia koskeva kommentti antaa ohjeen siitä, että laskelmia päästään tekemään pienillä pohjatiedoilla. Tämän vuoksi varsinaista arkkitehdin tilamallia ei turhaan tarvitse työstää liian pitkälle. Toinen kommentti liittyy käytävien asettelun kustannusvaikutuksiin.

”... yllättävän pienestä me päästään laskemaan ...”

Mikään tiedonvälitykseksi luokitelluista keskustelunkatkelmista ei kuitenkaan suoraanaisesti viittaa esillä olevaan tilamalliin. Viittaukset ovat yleisluontoisia ja ohjeistavia.

#### 5.2.4 Päätös

Analyysiluokka **päätös** kattaa keskustelusta neljä katkelmaa. Kaikki päätökset koskevat työnjakoa ja tulevan työskentelyn aikataulutusta. Varsinaisia tila- tai massamallia koskevia päätöksiä ei tässä vaiheessa ole vielä tehty.

”Me tunnetaan Teron kanssa hyvin tää ongelma, me voidaan hoitaa tää.”

Varsinaista sotkuista puhetta, joka sisältää kaikki neljä keskustelun alaluokka käydään ainoastaan liittyen käytävien suhteesta tilamalliin. Vaikka energiamallinnuksia koskeva keskustelu sisältää tiedonvälityksen elementin ei sen suhteen tehdä suoranaisia päätöksiä. Voidaan kuitenkin olettaa, että toiminnan suuntaviivat ovat osapuolilla implisiittisesti tiedossa. Julkilausutun toimintasuunnitelman ja päätöksen puuttuessa emme kuitenkaan tulkitse tätä keskustelua sotkuiseksi puheeksi. Vianetsintää, johon ei liity tiedonvälityksen elementtiä esiintyy keskustelussa enemmän. On kuitenkin huomattava, että varsinaiset päätökset eivät ole julkilausuttuja, vaan ulkopuolinen tarkkailija voi päätellä päätösten olemassaolon vasta loppupuheenvuorosta.

”Mutta, jos me mennän nyt näin, että mää laitan tolle, mä annan lyhyen yhteenvedon tästä niinku Laurille kans tuolle (–) tiedoksi ja teille tiedoksi, mitä me sovittiin tässä palaverissa.”

Varsinaista eksplisiittistä sopimista on palaverissa kuitenkin vaikea löytää suhteutettuna keskusteltavien aiheiden määrään. Tämän perusteella voidaan olettaa, että päätökset perustuvat ennaltamäärättyyn työnjakoon ja marssijärjestykseen sekä laajemmin katsoen osallistujien hiljaiseen tietoon.

### **5.2.5 Yhteenveto ensimmäisestä palaverista**

Ensimmäisessä palaverissa käytävä keskustelu on luonteeltaan aiheita esittelevää ja sisäisesti jäsentymätöntä. Keskustelu noudattelee muodollisesti esittelylistan järjestystä. Ulkopuolisen tarkkailijan on vaikea päästä selville siitä, millaisia johtopäätöksiä kukin toimija tekee esitellyistä asioista. Mikäli palaverissa on tehty päätöksiä, niitä ei suoraan voida johtaa käydystä keskustelusta. Tällöin taas palaverin varsinainen funktio voidaan asettaa kyseenalaiseksi.

Varsinaisia tietomalliin liittyviä viittauksia, kuten energiamallinnusten pohjavaatimuksia, ei oteta keskustelun kohteeksi, eikä myöskään digitaaliseen tiedonvälitykseen liittyvä varastoi ja välitä -periaate tule näkyväksi ulkopuoliselle tarkkailijalle. Päätöksiä ei ole lausuttu julki eikä tietomallien käyttöön liittyvää informaatiota ole varsinaisesti nostettu keskustelussa esiin. Mikäli palaverin perusteella on tehty päätöksiä, ne eivät ole varsinaisen sotkuisen puheen tulosta. Myös tietomalleihin ja mallien työstämiseen liittyvä informaatio perustuvat osallistujien henkilökohtaiseen muistiin ja muistiinpanoihin, eivätkä yhteisesti sovittuihin päätöksiin tai toimintalinjoihin.

Yhteenvetona voidaan todeta, että ensimmäisessä palaverissa käyty keskustelu on jäsentymätöntä ja vaikeaa seurata. Teoreettisen viitekehyksen valossa tämä keskuste ei ole kuitenkaan varsinaista sotkuista puhetta. Sotkuisen puheen kriteerit on esitelty taulukossa 3. Tässä kyseisessä palaverissa jäävät siis puuttumaan sotkuisen puheen kriteereistä tiedonvälitys ja päätös. Tietomallin käyttö ei ole eksplisiittistä. Samoin varsinaiset nostettuihin ongelmiin tai asioihin liittyvät päätökset eivät ole pääteltävissä keskustelusta.

## 5.3 Toinen palaveri

Toinen analysoitu palaveri järjestettiin kuukausi ensimmäisen palaverin jälkeen. Toisesta palaverista on tuotettu raaka-analyysitaulukko 13 on löydettävissä sivulla 76. Taulukossa 5 sivulla 33 on esitelty tulkinnat toisen palaverin analyysistä. Palaveri on poikkeaa luonteeltaan ensimmäisestä palaverista. Keskustelunaiheet ovat selkeämmin jäsentyneitä ja konkreettisia. Puheessa viitataan tietomalleihin, eniten juuri massa- ja tilamalleihin. Lähes kaikki varsinainen rakennuksen suunnittelua koskeva keskustelu käydään tila- ja massamalleja apuna käyttäen. Keskustelu on myös aidosti asiantuntijarajoja ylittävää. Verrattuna ensimmäiseen palaveriin keskustelijat puhuvat samasta aiheesta pidempään tuoden oman näkemyksensä asiaan. Läpikäytävät ongelmat ovat konkreettisia ja niiden tueksi esitetään laskelmia tai aikaisempia kokemuksia.

### 5.3.1 Molemminpuolinen löytäminen

Analyysiluokka **molemminpuolinen löytäminen** sisältää keskustelunavauksia *energiasuunnittelusta*. Keskustelunaiheet ovat konkreettisia, kuten maalämpökaivojen, ilmastoinnin ja patterien asettelu. Keskustelunavaukset sisältävät myös aikaisemmissa suunnittelukokouksissa tapaamisissa tehtyjä päätöksiä, joita esitellään lyhyesti. *Massa- ja tilamallia* koskeva keskustelu sisältää keskustelunavauksia, joista osa on jatkoa suoraan edelliselle palaverille. Nämä esimerkiksi esteettömyyttä koskevat keskustelunavaukset ovat hyvinkin konkreettisia. Osa keskustelunkatkelmista on taas yleisempiä asioita, joita keskustelijat haluavat tuoda esiin.

”Pitääkö joistakin tiloista olla, kaksi hissimahdollisuutta jos toinen hissi hajoo, niin pitäkö olla aina varahissimahdollisuus?”

Kohta *työnjako* sisältää keskustelunavauksia, joissa viitataan selkeästi eri toimijaryhmiin. Keskustelussa puhutellaan suoraan esimerkiksi LVI- ja energiasuunnittelijoita. Työnjakoon kuuluu myös ulkopuolisiin toimijoihin yhteyden pitäminen. *Viranomaisvaatimukset* koskevat asioita, jotka vaativat esimerkiksi lupahakemusten tekemistä.

Taulukko 5: Toinen palaveri

<b>Molemminpuolinen löytäminen</b>	
Keskustelunaiheet	Tarkemmat sisällöt
Energiasuunnittelu	Maalämpö
	Ilmastointi ja patterien asettelu
Massa- ja tilamalli	Spa- ja suihkutilojen asettelu
	Kerroskorkeus
	Rakennuksen pinta-ala ja tilavuus
Työnjako	Arkkitehti ja massamalli
	Rakennesuunnittelija
Viranomaisvaatimukset	Vanhan rakennuksen purku
<b>Kriittinen paneutuminen</b>	
Keskustelunaiheet	Tarkemmat sisällöt
Massa- ja tilamalli	Massan asettelu tontille
	Tilaryhmät
Suunnitteluhetken ongelmat	Suunnitelmien ristiriitaisuus
	Kerroskorkeuden ongelmat
Hypoteettiset ongelmat	Materiaalien hajuhaitat
Aikataulut	Aikataulun tarkentuminen
Energiasuunnittelun spesifikaatiot	Rakennusmateriaalit
	Rakennusvaatimukset
<b>Tiedonvälitys</b>	
Keskustelunaiheet	Tarkemmat sisällöt
Hypoteettiset ongelmat	Mallin ilmanvaihto
Tila-/massamallin spesifikaatiot	Mallin asettelu
Energiasuunnittelun spesifikaatiot	Energiatehokkuus
	E-luku
<b>Päätös</b>	
Keskustelunaiheet	Tarkemmat sisällöt
Määrittelyt	Käytänteiden määrittely
	Standardien määrittely
	Aikataulujen määrittely
Massamalli ja tilasuunnittelu	Mallin valinta ja jatkosuunnittelu

### 5.3.2 Kriittinen paneutuminen

Verrattuna ensimmäiseen palaveriin on toisen palaverin keskustelun **kriittinen paneutuminen** huomattavasti konkreettisempaa. *Massa- ja tilamalleihin* liittyvä kes-



kustelu keskittyy varsinaisen rakennusmassan asetteluun tontille ja esimerkiksi katon tyyppiin ja asetteluun. Tilamalliin liittyvä keskustelu käydään tilaluokkien tasolla. Isot tilat, kuten uima-allas käsitellään erikseen. Muita tiloja käsitellään tilaryhmittäin, esimerkiksi opetustilat ja hallintotilat.

... (lapemittoja) ja valtavia vesimääriä ja kun meil on kerroseroja, niin jos me tääkin vaihtoehto, 1 - 4 kerroksesta saman lappeen alle niin, kuka hallitsee ne vedet? Et tavallaan se haaste on kyllä oikeesti, kova haaste minkä te ootte heittäneet, että ootteko vakavissanne sen haasteen kanssa. Semmosta oikeesti pitäis tutkia mutta, me voijaan niihin mennä nyt sitten tässä jatkossa vielä.

*Suunnitteluhetken ongelmat* liittyvät mallin lähtökohtiin. Projektin hankesuunnitelma ja kustannuslaskelma on tehty eri lähtökohdista, mikä aiheuttaa ristiriidan. Muun muassa väärä kerroskorkeus johtaa kustannuslaskelmissa hankesuunnitelmasta poikkeavaan tulokseen.

”Joka tapauksessa, tää 3,9 metriä oli [henkilön] niissä, laskelmissa ja kaikissa lähtökohtana. Mutta todellisuus on aivan toinen. Silloin jos ottaa, kun siinä ei oo huomioitu että, yläpohjassa on lisäksi eristettä 50 senttiä, ja alhaalla alapohjaan, 30 senttiä se tulee 80 senttiä rakenteita, tilavuuteen lisäksi.”

*Hypoteettiset ongelmat* ovat mahdollisista materiaalivalinnoista seuraavia hypoteettisia käyttäjävalituksia ja toisaalta esteettömyyteen liittyviä ongelmakohtia. Näitä keskusteluja ei tueta tietomalliin perustuvilla argumenteilla, vaan keskustelijat viittaavat ainoastaan aikaisempaan kokemukseen ja heuristiseen päättelyyn. *Energiasuunnittelun spesifikaatiot* sisältävät viittauksia rakennusmateriaaleihin ja rakennusvaatimuksiin. Keskustelijat viittaavat suoraan tietomallista johdettuihin laskelmiin.

”Et kyl tavallaan ton, (tilaongelman) (–) kattoo et onks siellä esimerkiksi kaikki nää, nykyenergiämääräysten mukaiset seinärakenteet oletuksena (–).”

*Aikataulutukseen* liittyvä keskustelu tulee esiin lähinnä työstämisen tiukkaan aikatauluun liittyvinä sivuhuomautuksina.

”No me oltiin tän ... Että tässä saatas ne karkeet mallit, kahessa viikossa se oli se ajatus että sitten pystyttäs, ei pahasti menis, aikataulut kuralle sitten (–).”

### 5.3.3 Tiedonvälitys

Analyysiluokka **tiedonvälitys** sisältää samoja elementtejä kuin palaverin molemminpuolisen löytämisen ja kriittisen paneutumisen luokat. Tiedonvälitys koskee suurelta osalta spesifikaatioita. Tämä tarkoittaa sitä, että keskustelijat viittaavat konkreettisiin elementteihin, kuten rakennusmateriaaleihin tai esimerkiksi katon muotoon.

”Siinä [massamalli] H:ssahan on siinä keskellä, matalassa massassa on, tavallaan jäsentelyn vuoksi semmonen, kapeampi osa (–) mutta todellisuushan on se, että se kattohan on tavalla tai toisella yhtenäinen.”

*Hypoteettiset ongelmat* ovat tiedonvälityksen kannalta konkreettisia ongelmia, jotka voidaan liittää selkeästi harkittavaan mallivaihtoehtoon.

”M: No joo ja sen verran voin kommentoida että tietysti sitten jos me tehdään, todella iso rakennus yhden lappeen alle niin sen jälkeen meillä tulee, ullakon tuuletusongelmat, ja tämmöset asiat mitkä pitää ratkoo elikkä se ei ole niin yksi.. mustavalkoinen aina se, asia että mikä on turvallinen ja mikä ei.”

Simulaatioiden spesifikaatiot liittyvät voimakkaasti työstettävään massamalliin. Varsinaisilla simulaatioiden tuloksilla ei argumentoida tässä vaiheessa, vaan argumentit liittyvät spesifikaatioiden muutoksen hypoteettisiin vaikutuksiin. Kysymys on, mitä jos -tyyppisestä keskustelussa, jossa tuodaan esiin erilaisten valintojen vaikutusta esimerkiksi energiatehokkuuslaskelmiin.

”Mutta kyllä se E-luku pitää koska Husuhan sano niin et se pitäis, se tavotearvo tarkistaa myös. Koska onhan se ihan eri asia E-luvun kannalta et onks meillä, keskimäärin ykskerroksinen, tai keskimäärin kaksikerroksinen tai keskimäärin kolmikerroksinen talo.”

#### 5.3.4 Päätös

Analyysiluokka **päätös** sisältää *käytänteiden ja aikataulujen määrittelyitä*. Keskustelussa määritellään erityisesti sitä, miten ulkopuolisten asiantuntijoiden kanssa työskennellään, kuka työskentelee ja millä aikataululla. *Standardien määrittely* viittaa erityisesti kerroskorkeuden tarkistamiseen. Kuten edellä todettiin, oli kerroskorkeus projektin kyseisessä vaiheessa määritelty eri tavalla hankesuunnitelmassa ja kustannuslaskelmassa.

”Onks se muuten hyvä nyt jatkossa kun ne tehään ne, uudet mallit niin ne on nyt siellä, neljän metrin kerroskorkeudella et se voidaan todeta hyväksi, lähtökohdaks ja, tärkeintähän tietysti et ne keskenänsä ovat, samoja mutta...?”

*Massamalli ja tilasuunnittelu* sisältävät puheenvuoroja, joissa itse asiassa valitaan jatkotyöstettävä massamalli, josta lopullista rakennuksen mallia aletaan kehittää. Päätöksiä tehdään myös hissien määrän suhteen liittyen rakennuksen esteettömyyteen.

”Mutta eikö mennä nyt niin eteenpäin että...”

”Juu.”

”...Tuo H-malli, sitä nyt kehitellään, sillä tavalla että siinä saadaan...”

#### 5.3.5 Toisen palaverin yhteenveto

Verrattuna ensimmäiseen palaveriin on toinen palaveri rakenteeltaan kiinteämpi. Esi-  
teltyjä asioita käsitellään tietomallien avulla. Ainoastaan selkeästi hallinnolliset asiat,

kuten aikataulutukseen ja ulkopuolisten toimijoiden, kanssa tapahtuvaan toimintaan liittyviin asioihin ei liity varsinaista tietomallien hyödyntämistä. Sotkuinen puhe palaverissa on suurelta osin hypoteettisten ongelmien löytämistä ja ratkaisemista. Tiedosamme ei ole, oliko tutkimushetkellä vielä mahdollista simuloida tai mallintaa esimerkiksi vesivahinkojen syntymistä.

## 5.4 Kolmas palaveri

Kolmas palaveri pidettiin huhtikuussa kaksi kuukautta ensimmäisen palaverin jälkeen. Palaverin raaka-analyysi on esitetty taulukossa 14 sivulla 77. Taulukossa 6 sivulla 38 on esitelty tulkinnot kolmannen palaverin analyysistä.

### 5.4.1 Molemminpuolinen löytäminen

Luokka molemminpuolinen löytäminen *suunnitteluhetken ongelmat* sisältää keskustelua kerroskorkeudesta ja väärin lähtöparametrien vaikutuksesta kustannuslaskentaan.

”Että tää suuruusluokka ero on semmonen, laskee tuon tilavuuden mihin nyt tää ylitys kun me joudutaan tekemään oikeilla korkeuksilla, niin se on yli 5000 kuutiota, se tarkoittaa käytännössä jos se muutetaan hyötyalaks niin ohjelmaa pienennetään 1500 neliö. ...Niin, että silloin me lähetään tekemään, (-) pienempää taloa, se on ihan fakta.”

*Massa- ja tilamalli* sisältää keskustelunavauksia rakennusmassan sekä esimerkiksi ikkunoiden ja katon asettelusta. *Yhteydet ulkopuolelle* käsittää keskustelua käyttäjän mukanaolosta suunnitteluprosessissa sekä puhetta erilaisista sopimuksista ulkopuolisten toimijoiden ja toisaalta viranomaisten kanssa.

”Herra puheenjohtaja tietysti kun toi purkutyö alkaa tossa noin niin täytyy katsoa se, jos siinä on kumminkin näissä väistötiloissa käyttöä sinä aikana

Taulukko 6: Kolmas palaveri

<b>Molemminpuolinen löytäminen</b>	
Keskustelunaiheet	Tarkemmat sisällöt
Suunnitteluhetken ongelmat	Kerroskorkeus
	Väärät lähtöparametrit
Massa- ja tilamalli	Rakennusmassan asettelu
	Ikkunoiden asettelu
	Katon asettelu
Energialaskelmat	Laskelmien teko
	Laskelmien yhteiskäyttö
<b>Kriittinen paneutuminen</b>	
Keskustelunaiheet	Tarkemmat sisällöt
Massa- ja tilamalli	Mallin yksinkertaistaminen
	Mallin optimointi
	Kustannuslaskelmat
Aikataulut	Konkreettista keskustelua mallin työstämisestä
Hypoteettiset ongelmat	Katon asettelu
	Terve talo -kriteerit
<b>Tiedonvälitys</b>	
Keskustelunaiheet	Tarkemmat sisällöt
Massa- ja tilamalli	Rakennusmassojen määrä
	Yksittäisten palojen kalleus
Hypoteettiset ongelmat	Konkreettiset ongelmakohdat
	Vesivahinkovaara
	Aikaisemmat kokemukset ongelmakohdista
Kustannuslaskelmat	Päätösten kustannusvaikutukset
	Laskelmien virheet
<b>Päätös</b>	
Keskustelunaiheet	Tarkemmat sisällöt
Aikataulut	Aikataulujen sopimista
Massamalli	Massamallia koskevia valintoja

niin täytyy meidän katsoa missä siinä aitausta tarvitaan ja kyltit, onko siellä kylttejä? Sitten mä oon yhteydessä tonne pelastuslaitokseen ja katotaan vielä että siellä on asianmukaiset pelastautumisreitit sitte.”

*Energialaskelmat* sisältää keskustelunavauksia liittyen energia-asioita koskevia ja sivuvia käytänteitä ja laskelmia.

”Me tehdään ne kriittisimmät paikat sieltä katotaan ja sitten me annetaan se laskentamalli LVI-suunnittelijan käyttöön, joka voi sitten tarkastella tarkemmin niitä asioita.”

#### 5.4.2 Kriittinen paneutuminen

Keskusteluluokka **kriittinen paneutuminen** sisältää keskustelu liittyen *massa- ja tilamalliin*. Keskustelun polttopisteessä on erityisesti massamallin yksinkertaistaminen ja optimointi. Keskustelun pohjana käytetään myös hankesuunnitelman lähtökohtaisia ajatuksia moniammatillisuudesta ja yhteisöllisyydestä. Massamallin käsittelyyn liittyvät kiinteästi myös *kustannuslaskelmat*.

”Mutta ollaan siinä samaa mieltä kyllä että se että nyt yksinkertaistetaan rakennusta niin se ei vie toiminnallisuudelta pois välttämättä mitään.”

*Aikataulutus* sisältää nyt aikaisempaa konkreettisempaa keskustelua aikataulutuksen vaikutuksesta työstämiseen. Aikataulun merkitys työstämiselle on pakottava. Työ ei edisty, mikäli tiettyjä pakottavia päätöksiä ei ole tehty.

”Mutta siis tän rakennuksen massamallihan täytyy olla lyöty lukkoon ennen ku muut suunnittelijat pääsee eteenpäin. Elikä tätä tarkotin sillä et se kokonaisuus menee sitten edellä.”

*Hypoteettiset ongelmat* liittyvät keskustelussa kiinteästi massamallin työstämiseen. Esi-tettävät ongelmat ovat konkreettisia ja liittyvät erityisesti katon asetteluun ja rakennuksen kulmikuuteen. Yksinkertainen massoitus vähentää myös epäterveen talon riskiä.

”Niin se yks iso kattolape ei kyllä ole minun mielestä riskitön missään nimessä, ei me voida semmosta rakennusta Suomessa tehdä että vesitippa kulkee 100 metriä, se on aivan järjetöntä.”

### 5.4.3 Tiedonvälitys

Keskusteluluokka **tiedonvälitys** sisältää keskustelua liittyen *massa- ja tilamalliin*. Keskustelua karakterisoi aikaisempia palavereja konkreettisempi puhe tiloista ja massoituksesta. Keskustelijat viittaavat selkeisiin kohteisiin käsiteltävässä massamallissa ja puhuvat konkreettisemmilla termeillä. Tähän keskusteluun liittyvät voimakkaasti myös *hypoteettiset ongelmat*. Keskustelijat osoittavat toisilleen mallin ongelmia. Ongelmia aiheuttaa konkreettisesti talon mahdollinen vesitiiviys ja mahdolliset vaaranpaikat, joista esimerkiksi lumien sulamisvedet voivat valua sisään.

”Jos me tehdään näin isoja yhtenäisiä kattoalueita niin me ei saada sitä tuuletettua sitä keskialuetta ja mein pitää tehdä paljon niitä vesikattolävistyksiä kun me otetaan tuuletus tuon ullakotilan katon kautta. Eli me itse asiassa korjattiin tää malli nyt tähän mikä tänne tuotiin sellaseks että se on rakenteellisesti parempi.”

*Kustannuslaskelmat* sisältää toisaalta selvityksiä liittyen konkreettisiin kustannuslaskennan virheisiin ja toisaalta tarkennuksia, jotka koskevat arkkitehtonisten päätösten kustannusvaikutuksia.

”Eli se kustannusarvio voi olla aivan oikein mutta ne rahat eivät ole kirjoitettu siihen riville mitä joku ehkä halua nähdä. Tässä se tausta tälle erolle.”

### 5.4.4 Päätös

Keskusteluluokka päätös sisältää päätöksiä liittyen suunnittelun jatko *aikataulutukseen*. Tietynasteisiä päätöksiä tehdään myös massamallin suhteen.

”Mutta tavoitteita asetettiin ja mun mielestä näitä lähtökohdista voi jatkaa ja eiköhän (–) (arkkitehti) H2:sta (–) mennään (tavoitteita aatelleen) jatkaa sitä asiaa. Ei kuulosta ollenkaan huonolta ajatusmaailmalta, siinä varmaan selvittää kaikkein helpoimmalla sekä työmäärällisesti kuitenkin että sitten toiminnallisuuden kärsimisessä kaikkein pienimmällä määrällä.”

#### 5.4.5 Kolmannen palaverin yhteenveto

Kolmannessa palaverissa on löydettävissä konkreettista tietomallin käyttöä. Massamalliin liittyviä valintoja perustellaan tietomallin avulla. Keskustelijat käyttävät tietomallia argumentoidessaan massoitusvalintojen suhteen. Erityisesti tietomallia käytetään mahdollisten vesivahinkopaikkojen ja sitä kautta katon asettelun ja massoituksen kulumien esiin nostamiseen. Esiin nostetut aiheet eivät myös jää niin keskeneräisiksi kuin aiemmissa palaverissa, vaan niihin liittyy tietomallin yhteistoiminnallista käyttöä ja päätöksiä. Erityisesti nämä asiat liittyvät juuri mallin massoitukseen.

### 5.5 Sotkuinen puhe aineistossa

Aineiston luokittelun ja analyysin jälkeen on syytä kysyä, miten luvussa 3.6 esitelty erilaiset keskustelutyylit ilmenevät aineistossa. Tämän analyysin voimme jakaa kahteen osaan. Käsitlemme ensimmäisenä keskustelun ajallista kehitystä. Ajallista kehitystä tarkastelemme palaverien järjestyksen suhteen. Tarkastellut keskusteluluokat ovat **löytäminen**, **vianetsintä** ja **sotkuinen puhe** (Dossick & al., 2014). Luokittelussa on ensin tarkasteltu tiedonvälityksen elementtiä ja tämän avulla on muodostettu sotkuisen puheen luokka. Sen jälkeen on tarkasteltu jäljellejääneitä päätöksiä, joista on muodostettu yhdessä molemminpuolisen löytämisen ja kriittisen paneutumisen kanssa vianetsinnän luokka. Loput keskustelunavaukset on tulkittu löytämiseksi, koska niiden suhteen ei ole tehty päätöksiä. Kaikki luokittelut ovat alkuperäisestä aineistosta. Analyysin aikana tuotettuja taulukkoja on käytetty luokittelun tukena, mutta varsinaiset päätökset on tehty alkuperäiseen aineistoon ja siihen yhdistettyyn luokitteluun perustuen. Luokittelu on kerrattu tiivistetysti taulukossa 7.

#### 5.5.1 Ensimmäinen palaveri ja puheen lajit

Varsinaista *sotkuista puhetta* on ensimmäisessä palaverissa hyvin vähän. Sotkuisen puheen kriteereiden mukaan keskustelun tulee sisältää asiantuntijarajoja ylittävää tiedonvälitystä, jossa vähintäänkin puheen tasolla viitataan tietomallien käyttöön (Dossick &



Taulukko 7: Aineiston luokittelu vuorovaikutuksen mukaan

Puheen luokka	Elementit
Löytäminen	Molemminpuolinen löytäminen
Vianetsintä	Molemminpuolinen löytäminen Kriittinen paneutuminen Päätös
Sotkuinen puhe	Molemminpuolinen löytäminen Kriittinen paneutuminen Tiedonvälitys Päätös

al., 2014). Tämän kriteerin perusteella suurin osa ensimmäisen palaverin asiantuntijapuheesta on kriittistä paneutumista. Varsinaista rajat ylittävää tiedonvälitystä ilmenee selkeästi ainoastaan yhdessä kohdassa. Keskustelussa esitetään, että energialaskelmia voidaan tehdä hyvinkin vähäisillä arkkitehdin tilamallin tiedoilla. Tässä keskustelijat viittaavat selkeästi tietomallien käyttöön ja tuotettava tieto koskee vähintään kahta asiantuntijaryhmää, tässä tapauksessa arkkitehteja ja energiainsinöörejä. Toinen tiedonvälityksen elementti palaverissa ei ole yhtä selkeä. Insinöörin kommentti koskee tilasuunnittelun kustannusvaikusten arvioimista tietomallin perusteella. Tiedonvälitykseksi luokitelluille aiheille on selkeästi löydettävissä myös edeltävää keskustelua, joissa molemminpuolisella löytämisellä avataan aihe keskustelulle ja sen jälkeen pohjustetaan tiedonvälitystä kriittisellä paneutumisella.

”Niin kysymys on varmaan siinä siitä oikeestaan aika pitkälle et kuinka karkeasta mallista, pystytään tuottamaan muuta tietoa.”

Varsinaiset päätökset eivät ole eksplisiittisiä, vaan suuri osa päätöksistä sisältyy loppupuheenvuoroon, jossa todetaan, että asianomaiset tietävät, miten asiassa tulee jatkaa.

Suurin osa ensimmäisen palaverin keskustelusta on *vianetsintää*. Keskustelunaloituk-  
sia tulee sekä varsinaisesta esityslistasta puheenjohtajalta että keskustelun osanotta-  
jilta. Tätä hyvinkin sekalaista ja polveilevaa keskustelua ei kuitenkaan voida teoriaan

nojautuen nimittää sotkuiseksi puheeksi. Suurimmasta osasta luokitelluista keskustelunaiheista puuttuu tietomalliin pohjautuva asiantuntijarajat ylittävä vuorovaikutus. Tällöin ei voida sanoa, että keskustelu olisi tapahtunut tietomallin avustuksella tai että varsinaisesti tietoa olisi luotu yhdessä tietomallin avulla. Keskustelu käsittelee osin tietomallin teknistä käyttöä, mutta tämä vianetsintäpuhe ei kuitenkaan käytä tietomallia apuna asiantuntijarajojen ylittämässä.

”Niin siinä jonkunlaisilla tämmösillä, tilaobjekteilla tai jollain objektilla josta saa pinta-alatietoja niin sillähän siinä pelataan ja työskennellään. Niin tavallaan se on se tarkkuustaso mitä tarvitaan.”

Osa keskustelunaiheista jää myös hiukan hämäriksi observoijalle. Keskustelunavauksia tehdään monesta aiheesta, mutta niihin ei välttämättä palata. Myös päätöksen elementti jää tulkinnanvaraiseksi johtuen loppupuheenvuoron implisiittisistä viittauksista. Voidaan ajatella, että työskentelyn kulku ennen palaveria ja palaverin jälkeen on melko lailla selvä kaikille osanottajille. Yhteistoiminnallisen kehitystyön tavoitteena on kuitenkin asiantuntijarajat ylittävä tiedonmuodostus. Implisiittinen työjärjestykseen ja toimintatapoihin viittaaminen ei ole varsinaisesti avointa kommunikaatiota. Ankarammilla kriteereillä tarkasteltuna ensimmäisen palaverin toteutunut funktio oli lähinnä aiheiden löytämisessä. Varsinaista vianetsintää tapahtui heikosti, koska ongelmiin liittyen ei tehty eksplisiittisiä päätöksiä.

### 5.5.2 Toinen palaveri ja puheen lajit

*Sotkuinen puhe* saa huomattavasti enemmän tilaa toisen palaverin keskustelussa. Sotkuisen puheen avulla tehdään päätöksiä massa- ja tilamallien jatkosuunnittelun suhteen sekä päätöksiä liittyen energiasuunnitteluun. Energiasuunnittelu sisältää energiatehokkuuslaskelmia sekä lämmityksen ja ilmastoinnin suunnittelua. Varsinaisia energiatehokkuusmalleja ei käytetä puheen apuna, vaan puhe keskittyy siihen, miten malleja tullaan käyttämään jatkosuunnittelussa ja mitä niiden käytössä tulee ottaa huomioon. Tässä keskustelun vaiheessa sotkuinen puhe on nimensä mukaisesti monisäikeistä: lämmitystä

ja ilmanvaihtoa koskeva keskustelu liittyvät voimakkaasti massa- ja tilamallin työstämiseen. Esimerkiksi lattialämmitys vaikuttaa lattioiden paksuuteen ja sitä kautta kerroskorkeuteen. Palaverin lopputuloksena saadaankin myös standardoitua rakennuksen kerroskorkeus.

”Siis siel on patterilämmitys ja, lattialämmitys-vaihtarit, jotka vaikuttaa rakenteisiin elikä niitä voi verrata sitten kustannusmielessä ja, tietenkin vaikuttaa myös sitten kerroskorkeuteen koska, jos tulee lattialämmitys niin välipohjarakenne on paksumpi.”

*Vianetsintä* koostuu toisessa palaverissa lähinnä käytännön asioista ja aikataulutuksesta. Esimerkiksi viranomaisasiat ja vanhan rakennuksen purkuun liittyvät asiat eivät itsessään edes liity tietomallin kanssa työskentelyyn. *Löytämisen* luokkaan, kuuluvia asioita, joita ei käsitellä pidemmälle kuuluu vain keskustelunavaus arkkitehtuurin näytävyydestä. Tämä melko abstrakti käsite ei konkretisoidu palaverin aikana. Se onkin varsinaisesti ainoa keskustelunavaus, joka jää vaille päätöstä toisessa palaverissa.

### 5.5.3 Kolmas palaveri ja puheen lajit

*Sotkuinen puhe* kolmannessa palaverissa täyttää selkeästi teoreettisen tunnusmerkistön. Keskustelussa on sotkuisen puheen elementit ja itse tiedonvälitys tapahtuu selkeästi tietomallia avuksi käyttäen. Keskustelijat viittaavat konkreettisesti tietomalliin.

”Tosta näkee että tähän otettiin, me saadaan räystäistä (–).”

”Me tuuletuksen takia otettiin tuo korotus.”

Keskustelun tärkeimpänä aspektina on terveen ja turvallisen talon rakentaminen. Tiedonvälityksen avulla käydään läpi potentiaalisia ongelmapaikkoja, jotka voivat käyttövaiheessa johtaa esimerkiksi erilaisiin vesivahinkoihin ja sisäilmaongelmiin. Energia- ja LVI- asiat, kuten valaistuksen suunnittelu, ikkunoiden asettelu ja ilmastointi tulevat esiin keskustelun sivujuonteina. Keskustelun pääkohde on kuitenkin mallin massoitus.

Energia- ja tilamallinnukseen liittyvät keskustelut ja päätökset versovat tämän keskustelun tuotteina.

Palaverin *vianetsintä* liittyy asioihin, joita ei hoideta tietomallin välityksellä ja ainakaan tässä projektissa. Nämä asiat pitävät sisällään viranomaisiin liittyviä lupa-asioita, projektin aikatauluttamista ja vanhan rakennuksen purkamiseen liittyviä käytännön asioita. Tämän lisäksi päätös tehdään myös siitä, miten varsinaista käyttäjätahoa kuullaan projektiin liittyen. Tietomallin käyttöä ei mainita käyttäjäyhteistyöhön liittyen, joten sotkuisesta puheesta ei ainakaan aineiston perusteella ole kysymys.

*Löytäminen* sisältää kolmannessa palaverissa lähinnä hallinnollistyyllisiä ilmoituksia. Näitä asioita ei varsinaisesti ole tarkoitettu keskustelunaiheeksi, vaan ne nostetaan esiin tiedoksi osallistujille. Verrattuna Dossick & al (2014) tekemään tutkimukseen on tarkasteltu projekti eri tyylinen. Kyse on aidosta pitkäaikaisesta rakennusprojektissa, jonka palaverit noudattavat melko strukturoitua mallia. Tämän takia mukana on paljon strukturoitua hallinnollista puhetta, jota ei voida tulkita luonnollisen vuorovaikutuksen tulokseksi.

## 5.6 Tietomallit rajaobjekteina

Starin ja Griesemerin rajaobjektiteoriaan (1989) viitataan usein tietomallinnuksesta puhuttaessa. Luvussa 3.2 esitettiin kolme rajaobjekteihin liitettyä funktiota. Tarkastelomme nyt, miten nämä funktiot voidaan löytää käsitelystä aineistosta. Rajaobjektien osana objektien, piirrosten ja karttojen tehtävä on muuntaa tietoa rajojen yli. Käsitelystä projektissa eri asiantuntijaryhmiä edustavat rakennus-, energia- ja lvi-insinöörit, arkkitehdit sekä joukko muita ammattilaisia, jotka eivät osallistuneet tutkittuihin palaveriin. Käsiteltävät objektit ovat tässä tapauksessa massa- ja tilamalleja sekä joiltakin osin energiamalleja. Massa- ja tilamallin tietoa kääntävä tehtävä tulee esiin luvun 5 analyyseissa.

”Mutta jos tätäkin, täshän on nyt se, H2. Kun tästä jo oletetaan että täälähän on eritasosia rakennusmassoja tääl on yks kaks kolme, neljä, montako

tässä sitten on? Viis kuus seittemän. Tääl on erilaisia palikoita tämmösiä jotka muodostaa omia blokkeja jotka on hirveen kalliita rakentaa ensinnäkin, ja erilaisia tasoja on hirveen paljon. Nyt on tälläkin hetkellä kohteita joissa muun muassa vesi nyt on päättänyt tulla sisälle lumien, kevään tullen sieltä taserojen kohdilta.”

Tietomallien tietoa *kääntävä* vaikutus liittyy juuri sotkuisen puheen *tiedonvälityksen* elementtiin. Keskustelijat käyttävät esimerkiksi massamallia argumentoinnin tukena. Insinööri käyttää arkkitehdin massamallia osoittaessaan suunnittelun ongelmapaikkoja. Toisaalta tietomallien ongelma on aikaisemmin mainittu ylimäärittely. Niin sanottuja mock up-ratkaisuja voidaan tulkita varsinaisiksi valinnoiksi.

”Mut se että, ei siinä niin paljon oo ulkoseiniä, kun mitä nää tummat kattoalueet (–) määrää koska siel on näitä, välipakojia.”

”Se on vaa grafiikkaa (–).”

Tietomallit *muuntavat* tietoa myös eri mallien rajapinnoille. Massa- ja tilamallia käytetään apuna energiamallinnuksessa ja ilmastointia mallinnettaessa. Nämä toiminnot suoritetaan kuitenkin varsinaisessa suunnittelutyössä yhteistoiminnallisten palaverien ulkopuolella. Palavereissa viitataan muutaman kerran tietomallien välisen vuorovaikutuksen edellytyksiin.

N1:”Mitä me voidaan suoraan tehdä taas täällä energialaskenta, painotan vaan sitä että, teidän ei kannata mallintaa liikaa tavaraa siihen arkkitehtimalliin että, yllättävän pienestä me päästään laskemaan ja tungetaan niitä sinne olosuhdelaskentaohjelmaan. Niitä, sälekaihtimia ja muita suojia. Ja siel oli E-lukuvaade eiks ollu.”

M1:” Oli joo kato siin on väärin siinä hankesuunnitelmassa.” M5: ”Tiedetään jo ilman laskemista.” M4: ”Sä toit esille sen jo viime kokouksessa.” M1: ”Kyllä.” M5: ”Mut nyt me päästään osottaan se matemaattisesti.”

Se, miten rajaobjekti faktuaalisesti muuntaa tietoa käyttäjäryhmältä toiselle ei ole täysin yksikäsitteistä. Muuntamista tapahtuu esimerkiksi mallin spesifikaatioiden visualisoinnin kautta. Tietomalli on kuitenkin asiantuntijatyön väline. Tällöin asiantuntijuus nousee juuri esiin siinä, mihin viitekehykseen tietomallin muuntama tieto asetetaan. Asiantuntijuuden merkitys nousee esiin esimerkiksi sellaisissa tilanteissa, joiden simuloiminen on vielä BIM-tietomallien toiminnallisuuden ulottumattomissa. Esimerkiksi vesivahinkovaaran simuloimisen voi olettaa vaativan monimutkaisia mallinnuksia ja melko kattavaa lähtödataa. Asiantuntija sen sijaan tunnistaa riskipaikat aikaisemman kokemuksen perusteella.

*Standardoidut muodot* auttavat kääntämään tietoa asiantuntijarajojen yli. Käsiteltävässä rakennusprojektissa keskustelun kohteeksi nousi rakennusmallin kerroskorkeus. Kerroskorkeuden standardi oli lähtökohtaisessa hankesuunnitelmassa eri kuin kustannuslaskelmissa. Tästä käytettyjen standardien yhteensopimattomuudesta seurasi ongelmia, joita ratkottiin kahdessa ensimmäisessä palaverissa. Voidaan olettaa, että standardoidut muodot ovat työskentelyn taustalla vaikuttavia tekijöitä, jotka nousevat esiin juuri ongelmakohdissa. Väärä kerroskorkeus käänsi ongelmia moneen mallinnukseen: energialaskelmiin, kustannuslaskelmiin ja tilamalliin.

M3: ”Lähtisin kuitenkin siitä että teillä on olemassa näille tiloille järkevät korkeudet. Ei lähetä tiloja madaltamaan sen takia vaan että tuntuu, saada joku luku kohalleen. Vaan pidetään ohjelma-ala ohjelma-alana, otetaan bruttoneliöitä pienemmäksi jos on mahdollista käytävien kautta, teknisten tilojen kautta, muiden tilojen kautta.”

Keskustelussa viitataan tämän lisäksi aikaisemmassa työskentelyssä ilmenneisiin ongelmiin. Esimerkiksi tilamallin tunnisteet olivat olleet yhteensopimattomat. Varsinainen standardointityö hoidettiin kuitenkin tutkittujen palaverien ulkopuolella. Varsinaisiin rajaobjektiteorian mukaisiin funktioihin on tämän analyysin perusteella helpointa päästä kiinni sotkuisen puheen luokkien kautta. Rajaobjektiteorian ja sotkuisen puheen teorioiden leikkauskohdassa onkin tiedonvälityksen luokka. Siellä, missä asiantuntijarajoja ylittävää kommunikaatiota käydään tietomallin avulla, on löydettävissä myös rajaobjektiteorian mukaisia funktioita.

## 6 Pohdintaa

### 6.1 Sotkuisen puheen kehitys

Sotkuinen puhe ja siihen liittyvä teoreettinen viitekehys on tieteellisessä mielessä vielä nuorta. Alkuvuoteen 2020 mennessä ei vielä löytynyt tieteellisiä artikkeleita, joissa teoriaa olisi sovellettu tai käsitelty. Sotkuisen puheen operationalisointi on tehty tutkimalla opiskelijoita kokeellisissa olosuhteissa. Tämän tutkimuksen aineisto on taas peräisin tosiasillisesta rakennusprojektista. Tämän vuoksi voimme olettaa myös eroja tuloksissa.

Kolmen palaverin tutkimisen perusteella voimme todeta, että esimerkkitapauksessamme sotkuinen puhe käynnistyi hitaasti. Ensimmäisessä palaverissa tehdyt päätökset olivat vähäisiä ja niitä leimasi implisiittisyys. Päätöksiä koskevassa puheessa oletettiin kuulijoiden ymmärtävän, mistä toimenpiteistä ja toimijoista oli kysymys. Vaihtoehtoisesti puhujat itse ottivat vastuun jatkotoimista avaamatta näitä toimenpiteitä kuulijoille. Ensimmäisen palaverin päätökset ilmeisesti ilmoitettiin osallistujille pöytäkirjan avulla. Nämä päätökset eivät kuitenkaan perustuneet varsinaisesti yhteiseen julkilausuttuun päätökseen. Tietomallin käyttö ensimmäisessä palaverissa oli hyvin vähäistä: varsinaiseen tietomallin käyttöön viitattiin vain kaksi kertaa. Nämäkin kaksi kertaa olivat melko yleisluontoisia toimintaohjeita jatkosuunnittelua varten. Palaverien erityispiirteet, analyysin tärkeimmät löydökset ja analyysiin liittyvät vaikeudet on kerrattu taulukossa 8.

Ensimmäisen palaverin hallitseva sisältö oli teoreettisesti katsoen kriittinen paneutuminen. Keskustelussa tuodaan esiin paljon tietomallin työstämiseen liittyviä näkökohtia. Tietomallin avulla ei kuitenkaan luoda uutta asiantuntijarajoja ylittävää tietoa tai ymmärrystä. Puhe on luonteeltaan pohjustavaa. Teoriaan perustuva vianetsintä kuvaa puheen lajia huonosti, koska päätökset tehdään kokouksen lopussa ja ne ovat luonteeltaan toteavia, eivätkä varsinaisesti perustu yhteiseen päätökseen.

Aineiston analyysin perusteella voidaan sanoa, että ensimmäisen Solmu-palaverin tärkeimmät funktiot ovat *valintakriteereiden* ja *työskentelyn edellytysten* esilletuominen

sekä *aikataulutus*. Kumpaankaan kahdesta ensimmäisestä funktiosta ei liity selkeää julkilausuttua päätöstä. Keskustelijat kommentoivat työskentelyn ja tietomallien käytön järjestystä ja vaatimuksia, mutta niihin liittyen ei tehdä eksplisiittisiä päätöksiä tai ratkaisuja. Palaverissa on kuitenkin puheenjohtajan mukaan sovittu asioita ja näistä päätetyistä asioita annetaan osallistujille pöytäkirja tiedoksi. Koska aineistoon ei liity kokouksen pöytäkirjoja, emme voi tutkia sitä, mitä asioita varsinaisesti merkittiin päätetyiksi ja millä perusteilla. Voimme kuitenkin todeta, että mainitut päätökset eivät syntyneet yhteistoiminnallisesti. Keskustelijat ilmaisevat kriittisen paneutumisen avulla erilaisia mahdollisuuksia ja tarpeita, mutta näistä keskusteluista ei tehdä yhteenvetoja, toimintasuunnitelmia eikä näihin liittyviä julkilausuttuja päätöksiä.

Toinen ja kolmas palaveri muistuttavat profiililtaan toisiaan. Keskustelussa viitataan eksplisiittisesti tietomalliin ja tietomallin avulla käydään myös asiantuntijarajat ylittävää kommunikaatiota. Käsiteltävät asiat ovat konkreettisia ja ne liitetään selkeästi esimerkiksi tila-, massa- tai energiamalliin. Varsinaiset päätökset liittyvät myös konkreettisesti mallin työstämiseen. Puhujat eivät välttämättä selkeästi määrittele, mihin he viittaavat puhuessaan mallista, mutta viitekehyksestä voidaan päätellä, että useimmiten on kyse rakennuksen massamallista. Massojen asettelun avulla edetään myös eteenpäin energia- ja tilamalliin liittyvässä keskustelussa. Vianetsintä on jälleen melko

Taulukko 8: Keskustelulajien ajallinen kehitys

Palaveri	Erityispiirteet	Löydökset	Vaikeudet
1. kerta	Pohjustava palaveri	Käsiteltävien asioiden esille-tuominen	Selkeiden päätösten puuttuminen
2. kerta	Kerroskorkeuden standardoiminen	Malleihin viitataan selkeämmin	Energiamallit mukana vain puheen tasolla
3. kerta	Konkreettinen massamallin käyttö puheessa	Sotkuinen puhe selkeäpiirteistä	Paljon hallinnollista puhetta



epäsopiva termi keskustelulle ja päätöksille, joiden tukena ei ole käytetty tietomallia. Nämä keskustelut käsittelevät melko lailla hallinnollisia asioita, jotka liittyvät esimerkiksi työnjakoon ja aikataulutukseen. Myös teoreettinen luokka löytäminen sisältää lähinnä asioita, jotka puheenjohtaja esittelee kokouksen esityslistan mukaisesti.

## 6.2 Yhteistyön kriittiset kohdat

Yhteistyö ei kolmen palaverin aikana ollut ongelmaton. Ajallisesti kiinnostava yksityiskohta on massamalliin liittyvä kerroskorkeus. Keskustelijoiden mukaan kerroskorkeus on tehty hankesuunnitelmassa ja energialaskelmissa eri tavalla. Nämä väärät lähtötiedot johtivat epätarkkuuteen laskelmissa. Kerroskorkeutta ei käsitellä ensimmäisessä palaverissa, vaikka hankesuunnitelma oli jo tässä vaiheessa tehtynä. Tämän lisäksi kerroskorkeutta koskevia ongelmia käsiteltiin jo toisessa palaverissa ja niihin palattiin vielä kolmannessa palaverissa.

Kerroskorkeuteen liittyvät ongelmat esiteltiin ensimmäisen kerran toisessa palaverissa.

”Tää nyt kertoo sen että mun mielestä, tää lähtötilanne on jollakin tavalla vaan jossain, taulukossa menny alun perin, niin että siihen on tullu tommoset luvut ja niit ei oo kertaakaan pantu kyseenalaiseksi.”

Kerroskorkeuteen palattiin kuitenkin kolmannessa palaverissa ja väärän kerroskorkeuden kustannusvaikutukset aiheuttivat selkeän ongelmatilanteen.

Palaverien rakenne noudattaa perinteisen kokouksen muotoa, jota noudatetaan esimerkiksi yhdistysten sääntömääräisissä kokouksissa. Asiat käsitellään lineaarisesti ja päätökset merkitään pöytäkirjaan. Asianomaisia kuullaan ja puheenjohtaja kysyy näkemyksiä ja lisäkommentteja. Työskentelytapana strukturoitu kokous esityslistoineen on peräisin aivan eri viitekehyksestä. Yhdistyksen toimintaa määrittävät esimerkiksi lait ja asetukset sekä hyvä kirjanpitolaita. Pöytäkirjat myös tarkastetaan usein. Näin varmistetaan demokratian toteutuminen.

Asiantuntijapalaverissa ei ole kysymys ulkopuolisten sääntöjen määrittelemästä kommunikaatiosta eikä myöskään sanan tiukassa merkityksessä demokratiasta. Kuitenkin

vuorovaikutuksen perusta on peräisin perinteisestä kokousmallista. Tässä on kyse siirtymisestä vanhanaikaisesta siilottuneesta työskentelystä yhtä lailla vanhanaikaiseen lineaariseen työskentelyyn. Itse asiassa voidaan olettaa, että vuorovaikutuksen tapoja ei ole arvioitu syvällisemmin etukäteen, vaan työskentelyssä on nojattu maan tapaan ja perinteisiin.

Analyysiin pohjautuen kokousmuotoisesta työskentelytavasta voidaan nostaa useita ongelmakohtia. Ensimmäisenä voidaan todeta, että varsinkin ensimmäisessä kokouksessa varsinaiset päätökset eivät olleet selkeästi lausuttuja tai esiin nostettuja. Päätöksiä kuitenkin puheenjohtajan mukaan tehtiin, mutta näitä päätöksiä ei nostettu keskustelun kohteeksi. Toiseksi, työskentelytapa ei itsessään tue tiedonsiirtoa. Varsinkin ensimmäisessä palaverissa tuotiin julki työskentelyn proseduriin liittyviä faktoja. Näihin kriittisen paneutumisen katkelmiin ei kuitenkaan liittynyt tietomallin käyttämistä tai varsinaista eksplisiittistä päätöksentekoa. Näin ollen keskustelussa on joko tehty puheenjohtajan henkilökohtaisiin havaintoihin liittyviä päätöksiä tai vaihtoehtoisesti asiat on sivuutettu. Usein näihin viitataankin puheessa ”onhan näistäkin puhuttu” argumenteilla.

### **6.3 Teoreettisen viitekehyksen tarkastelua**

BIM-ohjelmistoperhettä ja sen ympärillä tapahtuvaa yhteistyötä on tutkittu ja teoretisoitu paljon. Myös tämän kirjoitusprosessin aikana on ilmestynyt suuri määrä aiheita käsitteleviä artikkeleita. Valitsin sotkuisen puheen -teorian tämän pro gradu -työn teoriapohjaksi pääosin aineiston asettamien rajoitusten takia. Pelkästään kyseistä aineistoa tutkimalla on hyvin vaikea päästä käsiksi siihen, miten tietomalleja konkreettisesti käytetään. Varsinainen mallintaminen ja simulaatiot tapahtuivat tallennettujen keskustelujen ulkopuolella. Lisähaasteen toi tähän vielä henkilökohtaisen substanssiosaamisen puuttuminen. Sotkuinen puhe -teorian luojat eivät ole palanneet teoriaan vuoden 2014 artikkelin jälkeen. Kyseinen tutkimus on tehty opiskelijoilla laboratorioolosuhteissa eikä alkuvuoteen 2020 mennessä teoriaa ole sovellettu aidossa kaupallisessa rakennusprojektissa. Sotkuinen puhe -teoriasta julkaistuja artikkeleita vaivaa ennen kaikkea selkeän evidenssin puute. Luodut analyysiluokat on perusteltu heikosti ja

varsinaisia suoria viittauksia aineistoon ei ole käytetty. Tutkijan omat yleisluontoiset tulkinnot jäävät ainoiksi varsinaisiksi perusteluiksi.

”Resolutions varied from simple statements of a plan of action such as ‘let’s ask the teacher,’ to complex statements that synthesized knowledge from multiple team members.” (Dossick & Neff, 2014)

Heikosti perusteltu teoria jää helposti unohduksiin. Sotkuinen puhe -teoria tuo kaikesta keskeneräisyydestään huolimatta käyttökelpoisen viitekehyksen BIM-ohjelmiston ympärillä tapahtuvan yhteistyön tutkimiseen. Tässä tutkielmassa teoria antoi välineen hahmottaa eri palaverien välillä tapahtuvan yhteistyön ja tietomallin yhteistoiminnallisen käyttämisen kehitystä. BIM-ympäristöön liittyvää tutkimusta ei tehdä pelkästään akateemisen kiinnostuksen takia, vaan yhteistyön sujuvoittaminen tarkoittaa myös huomattavia kustannussäästöjä. Tämän vuoksi voisi olla ehkä kiinnostavaa lähestyä sotkuista puhetta takaperin. Eräs tutkimusaihe voisi olla se, miten sotkuisen puheen mallia voidaan käyttää yhteistyön suuntaamisessa ja ohjaamisessa.

## 6.4 Tutkimuksen rajoitukset ja luotettavuus

Tietomallintamisen työtavat ovat tutkimuskohteena haastava. Rakennusalan tietomallintaminen on monialaista yhteistyötä. Samaten näiden työtapojen ymmärtäminen ja toisaalta tutkiminen edellyttää myös tutkittavan substanssin ymmärtämistä. Tämän pro gradu -työn lähtökohtainen heikkous on se, että minulta kirjoittajana puuttui substanssiosaamista itse rakennusosalasta. Tämän vuoksi aineiston analyysiin kului odotettua enemmän aikaa. Toisaalta alan ulkopuolisena toimijana voi myös olla mahdollista havainnoida toimintatapoja ilman alan painolastia.

Tutkimusaineisto oli hankittu osana suurempaa tutkimusprojektia. Tämä toisaalta mahdollisti aidon kaupallisen rakennusprojektin tarkastelun. Toisaalta aineiston hankinnassa ei myöskään täytynyt enää toista kertaa punnita tutkimuseettisiä kysymyksiä. Aineiston käytöstä oli sovittu yhdessä tutkimusryhmän kanssa. Kaikki sitaateissa käytetyt nimet on häivytetty ja viittaukset tunnistettaviin henkilöihin tai asioihin on

poistettu. Kuten Taylorin & al. (2011) tapaustutkimuksen kriteereissä taulukossa 2 on esitetty, on alkuperäisiä aineisto-otteita käytetty paljon ja edustavasti. Pelkältä teoreettiselta kannalta katsottaessa monialainen vuorovaikutus voi helposti näyttäytyä idealisoituna ja valheellisen selkeänä. Aineisto-otteita on pyritty tuomaan mukaan kattavasti senkin takia, että lukijalle muodostuisi asiasta realistinen kuva. Tietomallien ympärillä tapahtuva puhe ei ole vain hedelmällistä vuorovaikutusta, vaan välillä myös jäsentymätöntä jaarittelua.

## 7 Johtopäätökset

### 7.1 Vuorovaikutus ja yhteistyö tietomallin ympärillä

Aineiston analyysin perusteella on löydettävissä seuraavia kohtia, jotka ovat kriittisiä vuorovaikutuksen ja yhteistoiminnallisen tiedonmuodostuksen kannalta.

- Ongelmien tunnistaminen
- Ongelmien määrittely
- Tietomallin käyttäminen
- Ratkaisut, päätökset ja työnjako

Johtopäätöksenä voidaan sanoa, että sotkuinen puhe ei ole ainoastaan tietomallinnuksen yhteistyökäytäntöihin liittyvä ilmiö, vaan sen tulisi olla työväline, jota käytetään tietoisesti ja aktiivisesti. Sotkuinen puhe ei myöskään synny varsinaisesti spontaanisti, vaan sen ohjaamiseen voisi olla mahdollista löytää uudenlaisia työvälineitä. Työskentelytavat muuttuvat hitaasti ja aikaisemman tutkimuksen ja aineiston analyysin perusteella niitä leimaa siilottuneisuus ja lineaarisuus. BIM-ohjelmistoperheen avulla haetaan myös massaräätälöintiä ja toisaalta myös työn historiallisessa kehityksessä sitä seuraavaa yhteistoiminnallista kehittämistä. Työskentelyssä nojataan kuitenkin

voimakkaasti asiantuntijoiden henkilökohtaiseen osaamiseen ja henkilökohtaisiin tarpeisiin. Tämä taas on leimallista käsityölle. (Vrt. Victor & Boynton, 1996.) Käsityötä ja henkilökohtaista asiantuntijuutta vaaditaan uutta luotaessa. Samoin mallinnuksien kehittämisen pohjalla on ajan myötä kertynyt asiantuntijatieto. Tilaajien ja varsinkin käyttäjien kanssa työskennellessä tarvitaan käsityötaitoja. Asiantuntemuksen tueksi voidaan kuitenkin antaa yleisempiä toimintamalleja.

Johtopäätöksenä ehdotan tulevalle tutkimukselle seuraavanlaisia suuntaviivoja. Työskentelyssä voisi olla mahdollista tarkastella lineaarisen työskentelyn sisään loogisia malleja. Mallien perusteella voidaan asettaa kriteerit sille, mikä on välttämätöntä ja riittävää. Toisekseen on syytä tunnistaa potentiaaliset ja realisoituneet ristiriidat. Toisessa ja kolmannessa palaverissa käsiteltiin tietomallin tuella tapahtuvalla sotkuisella puheella potentiaalisia ongelmakohtia liittyen esimerkiksi massamalliin. Sen sijaan faktuaalinen virhe kerroslaskelmissa jäi huomiotta ja johti ongelman eskaloitumiseen.

BIM-mallinnukset sisältävät mallien keskinäisen epäsoveluuden tunnistamiseen käytettyjä työkaluja. Sen sijaan korkeamman tason ristiriitaisista lähtökohdista johtuvat virheet vaativat asiantuntijuutta. Pelkkä virheiden tunnistaminen ei riitä, vaan kuten esimerkki osoittaa, on ne myös tuotava julki. Virhetilanteille tulisi olla myös selkeä yhteistoimintaprosessi. Pelkkä implisiittinen pöytäkirjaan merkitseminen auttaa lähinnä syyllisten etsimisessä. Varsinaiseen proaktiiviseen työskentelyyn tarvittaisiinkin selkeämpiä työtapoja. Teknologiasta puhuminen muokkaa myös teknologian käyttötapoja. Nämä teknologiaan liittyvät työtavat taas joko hidastavat tai jouduttavat uusien teknologisten työvälineiden käyttöönottoa. (Leonardi, 2009, 410.) Näin ollen teknologiaan liittyvät keskustelutavat auttavat muokkaamaan tehokkaampia työtapoja.

Puhuttaessa työskentelyn solmukohdista voi olla hyödyllistä tunnistaa prosessin irroittussolmut. Tällä termillä tarkoitetaan matemaattisessa graafiteoriassa solmua, jonka poistaminen ja yhdistetyn graafin vähintään kahteen osaan. BIM-työskentelyssä irroittussolmu voisi tarkoittaa välttämättömyyttä, joka saattaa estää prosessin etenemisen. BIM-työskentelyn yhteydessä on käytetty automaattista virheenetsintää (Paavola & Miettinen, 2013, 17). Tämä virheenetsintä tuottaa usein kuitenkin vääriä hälytyksiä ja

häiritsee varsinaista työskentelyä. Tietomallien kehittämisen seuraava askel voisi olla toiminnan irroitussolmujen, eli niin sanottujen pullonkaulojen, tunnistaminen.

## 7.2 Lopuksi

Tutkimuksen alkuperäisenä tavoitteena oli kartoittaa energiatehokkuusmallinnusten käyttöä BIM-tietomallien osana. Tutkimuksessa käytetty aineisto asetti kuitenkin melko selkeät rajoitteet sille, mitä pro gradu -tutkielman laajuudessa työssä voidaan yli-päättään tarkastella. Tutkitun aineiston perusteella BIM-mallinnusten käyttöä ei voida tutkia pelkästään asiantuntijoiden välistä yhteistyötä observoimalla. Tutkittu aineisto sisältää vähän eksplisiittisiä viittauksia energiatehokkuuslaskelmiin. Myös laajempi rakennusalan käytäntöjen ja työtapojen tunteminen olisi edellytys näin spesifin asian tutkimiselle.

Aineiston ja teoreettisen viitekehyksen avulla saadaan nostettua esiin ongelmia ja kipukohtia, jotka ovat paljon yksittäisiä mallinnuslajeja merkittävämpiä. BIM-mallinnuksiin liittyvät yhteistyökäytännöt eivät ole muotoutuneet saumattomiksi, vaan yhteistyön muodot ovat peräisin toisenlaisesta viitekehyksestä. Tutkijoiden Dossick & al. (2014) tutkimus on varta vasten luotu tietynlaisissa laboratorio-olosuhteissa. Sen sijaan tutkittu aineisto on pala aitoa kaupallisessa rakennuskehityksessä tapahtuvaa vuorovaikutusta.

Sotkuinen puhe tarjoaa tehokkaan työvälineen, jonka avulla voidaan tarkastella käydyn keskustelun tarpeellisuutta, tehokkuutta ja merkittävyyttä. Sotkuisen puheen typologioiden avulla vuorovaikutuksesta voidaan tunnistaa ne osat, joissa aidosti käytetään tietomallia vuorovaikutuksen tukena. Ehkä tulevaisuudessa olisi kiinnostavaa myös luoda työskentelyn tapoja, joilla malliin tukeutumaton vianetsintä kohotetaan aidoksi sotkuiseksi puheeksi.

Huhtikuussa 2020 suunnittelupalaverien kohteena oleva koulu on toiminnassa. Kaksimassaisessa rakennuksessa on myös keskusteluissa esiin noussut nivelosa keskellä. Rakentajan mukaan koulurakennus on energiatehokas ja suunnittelussa on otettu huomioon käyttäjien erityistarpeet.

## 8 Kirjallisuus

**Aarnos, E. & Valli, R.** 2018. Ikkunoita tutkimusmetodeihin: 1, Metodien valinta ja aineistonkeruu: virikkeitä aloittelevalle tutkijalle (5., uudistettu painos.). Jyväskylä: PS-kustannus.

**Adeline Zhu, T. T., Zaman, A., & Sutrisna, M.** (2018). Enabling an effective knowledge and information flow between the phases of building construction and facilities management. *Facilities*, 36(3), 151-170.

**Argyris, C. & Schön, A. D.** 1996. *Organizational Learning II. Theory, Method, and Practice*. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.

**Bereiter, Carl & Scardamalia, Marlene.** Surpassin ourselves. An inquiry into the nature and implications of expertise. 1993. Open Court. Chicago

**Bergman, M., Lyytinen, K., & Mark, G.** 2007. Boundary objects in design: An ecological view of design artifacts. *Journal of the Association for Information Systems*, 8(11), 546–568.

**Carrillo, P., & Chinowsky, P.** 2006. Exploiting Knowledge Management: The Engineering and Construction Perspective. *Journal of Management in Engineering*, 22(1), 2–10.

[`https://doi-org.libproxy.helsinki.fi/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2006\)22:1\(2\)`](https://doi-org.libproxy.helsinki.fi/10.1061/(ASCE)0742-597X(2006)22:1(2))

**Carrillo, P. M., Robinson, H. S., Al-Ghassani, A. M., and Anumba, C. J.** (2004) Knowledge management in UK construction: Strategies, resources and barriers. *Proj. Manage. J.* 35(1), 46–56

**Dossick, Carrie Sturts & Neff, Gina.** Messy Talk and Clean Technology: communication, problem-solving and collaboration using Building Information Modelling. 2011. *Engineering Project Organization Journal*, 1:2, 83–93

**Dossick, C. & Anderson, A. & Azari, R. & Iorio, J. & Neff, G. & Taylor, J.** (2014). Messy Talk in Virtual Teams: Achieving Knowledge Synthesis through Shared Visualizations. *Journal of Management in Engineering*. Vol 31

**Fumo, Nelson.** A review on the basics of building energy estimation. 2013.

**Gillham, B.** 2000. Case study research methods. Haettu osoitteesta

[`https://ebookcentral-proquest-com.libproxy.helsinki.fi`](https://ebookcentral-proquest-com.libproxy.helsinki.fi)

**HM Government** Digital Built Britain Level 3. Building Information Modelling – Strategic Plan. 2015. Viitattu 27.4.2020

[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/410096/bis-15-155-digital-built-britain-level-3-strategy.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/410096/bis-15-155-digital-built-britain-level-3-strategy.pdf)

**Kerosuo, Hannele & Miettinen, Reijo & Mäki, Tarja & Paavola, Sami & Korpela, Jenni & Rantala, Teija.** 2012. Expanding uses of building information modeling in life-cycle construction projects. *Work* 41 114–119

**Lam, Joseph & Hui, Sam.** 1995. Sensitivity analysis of energy performance of office buildings. *Budding and Environment*. Vol. 31, No. I, pp. 27 - 39

**Leonardi, Paul M.** Why Do People Reject New Technologies and Stymie Organizational Changes of which They Are in Favor? Exploring Misalignments between Social Interactions and Materiality, 2009. *Human Communication Research*, Vol. 35, No. 3, pp. 407–441

**Lü, Xiaoshu & Lu, Tao & Kibert, Charles & Viljanen, Martti.** 2014. A novel dynamic modeling approach for predicting building energy performance. *Applied Energy* 114. 91–103

**Miettinen, R. & Kerosuo, H. & Korpela, J. & Mäki, T. & Paavola, S.** An activity theoretical approach to BIM-research. 2012. Julkaisussa Gudni Gudnaon & Raimar Scherer (toim.) *eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction* (pp. 777 - 781) *Proceedings of the European Conference on Product and Process Modelling (ECPPM)*, 2012, Reykjavik, Iceland, 25–27.7.2012. London: Taylor & Francis Group.

**Miettinen, R. & Paavola, S.** Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. 2014. *Automation in Construction*. 43. 84–91

**Morton, J.** 2011. BIM – the intelligent choice for O&M. *Buildings*, 105(8), 32–34,36.

**NBS** BIM levels explained. Viitattu 27.4.2020

<https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained>

**Neff, Gina & Fiore-Silvfast, Brittany & Dossick, Carrie Sturts.** 2010. A case study of the failure of digital communication to cross knowledge boundaries in virtual



construction. *Information, communication & society*. Vol 3. N 4. 556–573.

**Paavola, Sami & Miettinen Reijo**, Digital artifacts of collaboration? Building information modeling as a multifunctional instrumentality. 29th Egos Colloquium 2013, Montréal, Canada Subtheme 54: Rethinking the Social, Technical and Material Foundations of Organizations

**Paavola, S., Miettinen, R.** Dynamics of Design Collaboration: BIM Models as Intermediary Digital Objects. *Comput Supported Coop Work* 28, 1–23 2019.

**Perez, C.** 2002. Technological Revolution and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages, Edward Elgar, haettu 27.4.2020 osoitteesta

<https://www-dawsonera-com.libproxy.helsinki.fi/readonline/9781781004323>

Cheltenham **Schreier, Margrit**. Qualitative Content Analysis in Practice. 2012. SAGE Publications.

**Simons, H.** 2009. Case study research in practice. Haettu osoitteesta

<https://ebookcentral-proquest-com.libproxy.helsinki.fi>

**Sisäilmäyhdistys ry** Terveen talon kriteerit. Viitattu 22.4.2020

<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Terve-Talo-kriteerit>

**Star, Susan Leigh**. This is not a boundary object: Reflections on a origin of a concept. 2010. *Science Technology & Human values* 35(5) 601–617

**Star, Susan Leigh & James R. Griesemer**. 1989. Institutional Ecology, "Translations" and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907–39. *Social Studies of Science*, Vol. 19, No. 3, pp. 387–420

**Taylor, J. E., Dossick, C. S., & Garvin, M.** 2011. Meeting the Burden of Proof with Case-Study Research. *Journal of Construction Engineering & Management*, 137(4), 303–311.

**Van Dijk, Jan**. The network society: The Social aspects of new media. 2006. Sage. London

**Whyte, Jennifer & Ewenstein, Boris & Hales, Mike & Tidd, Joe**. Visualizing Knowledge in Project-Based Work. 2008. *Long Range Planning* 41 74e92

**Whyte, Jennifer & Lobo, Sunila**. 2010. Coordination and control in project-based work: digital objects and infrastructures for delivery. *Construction Management and*

Economics, 28 (6). pp. 557–567

**Zheng, Guozhong & Jing, Youyin & Huang, Hongxia & Shi, Guohua & Zhang, Xutao.** 2010. Developing a fuzzy analytic hierarchical process model for building energy conservation assessment. *Renewable Energy* 35, 78–87

**YTV,** Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osat 1–14.

## A Koodausrunko

### A.1 Kategoria Malli

Sisällönanalyysin koodausrunko on esitetty seuraavissa taulukoissa 9, 10 ja 11.

Ensimmäinen ja merkittävin luokka keskustelussa on itse työstettävää tietomallia koskeva keskustelu, josta käytämme nimeä **malli**. Keskustelun painottuminen mallin muokkaamiseen ja mallin käyttöön on myös ollut ensisijainen kriteeri muodostettaessa kysymyksiä tekstille. Tähän luokkaan ovat päätyneet segmentit, jotka vastaavat ensisijaisesti kysymykseen siitä, miten ja mihin mallia käytetään. Tämä luokka on myös kahta muuta kategoriaa väistävä luokka. Malliin liittyvät riskit ja päätöksenteko ovat ensisijaisia koodausluokkia segmenttejä lajiteltaessa. Tällöin ensimmäiseen luokkaan sijoittuu juuri mallista käytävä keskustelu, joka ei sisällä varsinaisia päätöksenteon elementtejä.

Kategoria Mallin ensimmäinen yläluokka on **Mallin sijoittelu**, joka sisältää viisi alaluokkaa. Näistä alaluokista hallitsevin on **Tilojen asettelu**. Tietomallia työstävälle asiantuntijaryhmälle on esitetty melko korkealla abstraktiotasolla liikkuvia vaatimuksia tilojen innovatiivisuudesta. Ensimmäisten palaverien keskustelu keskittyy pitkälti näiden abstraktioiden operationalisointiin.

”Sitten, oppilaskeskeisten työmuotojen mahdollisuus, tiedonhankintatapojen huomioiminen. Kodikkuus, kontrastit, leikkisyys ja hauskuus. Sit et se tila on motivoiva, ja tietenkin esteetön, hahmottamisen auditiivisen ja visuaalisen melun, huomioiden. Tää visuaalinen melu on varmaan käsitteenä vieras, mut tää on näille viittomakielisille ja niille ihmisille jotka, on aika visuaalisesti hahmottavia, niin niille se.. selkeys siinä tilassa on tosi tärkeä.”

Ensimmäinen keskustelunaihe tässä luokassa on tilojen asettuminen kerroksiin ja mallin eri kerrosvaihtoehdot. Myöhemmässä palaverissa taas keskustelun fokus on konkreettisempi: nyt keskustellaan tilojen keskinäisistä suhteista ja siitä, miten tilat asetellaan eri kerroksiin.

Taulukko 9: Kategoria **Malli** (alku)

Luokka	Alaluokka	Koodi
<b>Malli</b>		
Mallin sijoittelu	Tilojen asettelu	111
	Hissien asettelu	112
	Esteettömyys	113
	Sijoittelu tontille	114
	Kerroskorkeus	115
Mallin variaatiot	Kolme variaatiota	121
	Tarkentuvat variaatiot	122
	Ilmanvaihto	123
	Työstämisen aikataulutus	124
Laskelmat ja simuloinnit	Energialaskelmat	131
	Akustiset simuloinnit	132
	Kustannuslaskelmat	133
Mallin massoitus	Yhden massan malli	141
	Useamman massan malli	142
Mallin ongelmat	Melu	151
	Epätarkat kerroslaskelmat	152
	Ohjelmien väliset ongelmat	153
	Epätäydellinen tieto	154
	Epätarkat simulaatiot	155
	Yhteensopimattomuus (koodit ja standardit)	156
	Lähtötilanteen virheet	157
	Kustannukset	158
Mallista saatava tieto	LVI	161
	Sähkö	162

Taulukko 10: Kategoriat **Malli**, **Riskit**, **Hankesuunnitelma**

<b>Luokka</b>	<b>Alaluokka</b>	<b>Koodi</b>
<b>Malli</b>		
Energiatehokkuus	Uusiutuvat energialähteet	171
	Ilmanvaihtokoneiden koko	172
	Ikkunoiden asettelu	173
	Lämmitys	174
	Eristys	175
	Pohjapiirrustukset	176
Mallin dokumentointi	Simulaatiot	181
	Mallin työstäminen käyttäjien kanssa	182
	Solmutyöskentelyn kustannustehokkuus	183
<b>Riskit</b>		
Kosteus	Tasoerot	211
	Katon asettelu	212
Sisäilma	Materiaalivaihtoehdot	221
	Aistinvarainen tutkiminen	222
Haju	Monimuotoinen malli – epäterve talo	231
	Aikaisemmat huonot kokemukset	232
	Yhden massan tuuletusongelmat	233
<b>Hankesuunnitelma</b>		
Ongelmat	Käyttäjän toivomuksien epärealistisuus	311
	Uusi hankesuunnitelma hidas ja kallis	312
Odotukset	Mallin massoitus	321
	Yhteiset tilat	322
	Oppimisympäristön uudistaminen	323

Taulukko 11: Kategoriat 4.**Päätöksenteko**, 5. **Muut**

Luokka	Alaluokka	Koodi
<b>Päätöksenteko</b>		
Valintakriteerit	Kustannusperustainen	411
	Laatuperustainen	412
	Arkkitehtuuri	413
	Muut	414
Toiminnan samanaikaisuus	Mallin työstäminen yhdessä	421
	Työskentelyn vaiheittaisuus	422
	Solmun vaikutus mallien työstämiseen	423
	Insinöörien ja arkkitehtien ristiriidat	424
Ryhmän sisäiset toimijat	Arkkitehdit	431
	LVI-insinöörit	432
	Rakenneinsinöörit	433
	Energiainsinöörit	434
Ryhmän ulkopuoliset toimijat	Julkisen sektorin päättäjät	441
	Tilan loppukäyttäjät	442
	Tilaaaja	443
	Ulkopuoliset käyttäjät	444
Tietomallin koordinointi	Tiedon dokumentointi	451
	Siirtomallit	452
	Objektien määrittely	453
	Mittarien määrittely	454
	Ohjeistus	455
<b>Muut</b>		
Viranomais-vaatimukset	Elinkaarilaskelma	511
	Rakentamismääräykset	512
	Vanhan rakennuksen purku	513

”Nyt se on ollu loogisesti että asumissolut on oma, selkeä juttu. Opetussolut, sitten on meillä se sydäna-alue jossa on aulat ja tämmöset rentoutumis- ja ruokasalit ja muut, ja sitten reunoille jää kaikki huoltoa tarvitseva tila jotka on sitten nää kuntoutus- ja kädentaito- ja, liikuntasali ja terapia. Tällä hetkellä H-mallissa näitten sijainti on optimoitu.”

Seuraava keskustelussa usein esiintyvä alaluokka on **Mallin sijoittelu tontille**. Tämä keskustelu on huomattavasti vähäisempää kuin sisätiloihin liittyvä keskustelu. Myöhemmässä palaverissa keskustelu keskittyy melko spesifien ongelmapaikkojen tunnistamiseen.

”Toi sisäpiha, toi syvennys on siellä, se on riski (yhel taval), se on tuulenpesä.”

Alaluokka **Mallin massoitus** käsittelee mallin jakamista yhteen tai useampaan rakennusmassaan sekä näistä variaatioista seuraavia mahdollisuuksia ja ongelmia.

”Niin (se vaan että) onko se sitten se, yhden massan malli jotain täntapasta koska sehän lähinnä kai sitten, olis tään kustannusarvion ajatusmaailman mukana et se ois, semmonen aika lailla tasanen kolmikerroksinen, paketti kompakti yhden massan malli.”

Alaluokat **Esteettömyys** ja **Hissien asettelu** liittyvät kiinteästi toisiinsa. Hissit ovat tärkeä osa esteettömiä kulkureittejä. Hissien mahdollinen toimimattomuus asettaa myös potentiaalisia ongelmia esteettömyydelle. Tätä keskustelua käydään vain lyhyesti ensimmäisessä palaverissa.

”Mut toikin, et tuo yhden hissin lisää (–) jos se tehdään elinkelpoisena, niin silloin pitää kahella hissillä päästä. Tavallaan se (–), niin (–) myös se hissi. (Sinänsä toiminallisesti) ihan hyvä, et jos pyörätuolilla liikkuu ei tartte kiertää.”

Yläluokka **Mallin variaatiot** sisältää segmenttejä, joissa keskustellaan eri vaihtoehtoista, joita työstetään yhtä aikaa sekä näiden variaatioiden tarkentumista ja työstämiseen liittyvää aikataulua. Ensimmäinen alaluokka on **Kolme variaatiota**. Tähän luokkaan kuuluvat keskustelunkatkelmat, joissa käsitellään massoitumismallista ja tilamallista tehtäviä erilaisia muunnelmia.

”Joo ja ihan tästä niinkun ihan toimialalta tulleenä niin, viestinä niin halutaan todella kolme aitoa vaihtoehtoa että siellä ne ominaisuudet on tutkitu. Ja siinä mielessä mää sanoin että kaksivaiheista että siinä ois alkuvaiheessa suuntaa antava näistä massoista. Et ois ne kolme vaihtoehtoa. Ja sitten täydennettäisiin niitä.”

Alaluokka **Tarkentuvat variaatiot** sisältää keskustelua mallin tarkentuvasta työstämisestä ja eri vaihtoehtojen hyväksymisestä tai hylkäämisestä.

”Et jos (–) rupeette haluamaan niin tommonen tulee seuraava ehdotus meiltä. Ja tässä on oikeesti tää, meillä oli tämmönen malli tehtynä mutta aateltiin että ehkä kuitenkin oikeesti ei sillon kun jos tuntee vastuunsa siitä että me tehdään kuitenkin pienille lapsille viihtyisää koulua niin kyllä sillä talon hengelläkin joku merkitys on.”

Alaluokka **Ilmanvaihto** sisältää katkelmia, joissa käsitellään ilmanvaihdon vaikutusta mallin työstämiseen. Ilmanvaihtoon liittyvät asiat ovat esillä muissakin yläluokissa, mutta nämä katkelmat käsittelevät erityisesti mallin työstämistä ilmanvaihdon näkökulmasta.

Onks konehuoneet tällä hetkellä kaikki (pää)(-) [1:31:50]? Vai onko ne samassa tasossa muiden tilojen kanssa? (Kuin) ne on siellä?

Alaluokka **Työstämisen aikataulutus** sisältää katkelmia, joissa määritellään mallin työstämiseen liittyviä aikataulullisia vaatimuksia ja realiteetteja.



”Niin meidän voidaan tehdä semmonen pellemalli, et me vaan heitetään niitä tiloja ja, sanotaan että huonoa on tämä ja tämä mutta, jos oikeesti vakavasti niitä tutkitaan, niin eihän se kaks viikkoo kyl varmaan jokainen ymmärtää, niin kun säkin nyt sanoit että niitä ruvetaan ohjauspalveluja siirteleen sinne luokkasolujen keskelle, sehän muuttaa tän systeemin täysin.”

Yläluokka **Laskelmat ja simulaatiot** sisältää katkelmia mallin käytöstä simulaatioiden ja laskelmien pohjana. Alaluokka **Akustiset simulaatiot** esiintyy keskusteluissa vain kerran liittyen mallin työstämisen aikataulutukseen. Alaluokka **Energialaskelmat** sisältää keskustelua mallista saatavista energialaskelmista ja niiden käytöstä erityisesti viranomaisvaatimusten täyttämiseen.

”Et kyl tavallaan ton, (tilaongelman) (–) [0:58:04] kattoo et onks siellä esimerkiks kaikki nää, nykyenergiämääräysten mukaiset seinärakenteet oletuksena (–). Tossa versiossa nyt tuo on laskettu. Sekin voi olla semmonen et onks siellä, jos siel on vähän vanhentunu pohja millä se on tehty vanhaan ohjelmaan, versioon mä en tiiä miten tää, sehän yleensä kyllä päivittyy mutta mitä sieltä kaikkia päivittyy. Mut purkaa vähän sitä tietoo, ja tässähän ei varmaan oo mitään salaista tietoo?”

Alaluokka **Kustannuslaskelmat** käsittelee mallin arviointia erilaisten kustannuslaskelmien valossa.

”Niin että saatas ne samal tavalla samaan taulukkoon ja allekkain esimerkiksi, energiakulutus vaikka investointikustannukset arkkitehtuuri mitä onkaan. Ja sitte niille tavotevaatimukset ja sitte joku arvo ja voidaan kattoo sitte mikä parhaiten täsmää. Se oli semmonen ajatusmalli siitä.”

Yläluokka **Mallin ongelmat** sisältää keskustelunkatkelmia, joissa nostetaan esiin itse tietomallin käyttöön liittyviä ongelmia. Alaluokka **Epätarkat kerros-laskelmat** käsittelee keskustelua, jossa mallin virheelliset tai epätarkat kerroskorkeudet kertautuvat epätarkkoina laskelmina ja vaikeuttavat arvioiden tekemistä.

”Joka tapauksessa, tää 3,9 metriä oli [NNn] niissä, laskelmissa ja kaikissa lähtökohtana. Mutta todellisuus on aivan toinen. Silloin jos ottaa, kun siinä ei oo huomioitu että, yläpohjassa on lisäksi eristettä 50 senttii, ja alhaalla alapohjaan, 30 senttii se tulee 80 senttiä rakenteita, tilavuuteen lisäksi. Ylhäälle paksu kerros ja alhaalle paksu kerros. Ja nyt kun nää ottaa huomioon niin, tää johtaa (–) [0:42:55] siihen että tää [NN], jos ottaa huomioon ne.. eristeet tässä tilavuudessa niin se antaa, kerroskorkeudeks 3650 joka on aivan liian matala. Ja nyt, mun mielestä ollaan puhuttu 3,9-4 metristä tän, kerroskorkeude(ks –).”

Alaluokka **Epätäydellinen tieto** käsittää katkelmia, joissa joko mallista tai ulkosilta yhteistyökumppaneilta saatava tieto on epätarkkaa tai puutteellista. Alaluokka **Yhteensopimattomuus (Koodit ja standardit)** käsittää katkelmia, joissa keskustelijat nostavat esiin eri ohjelmistojen yhteensopimattomuudesta johtuvia ongelmia. Alaluokka **Lähtötilanteen virheet** käsittää tilanteita, joissa malliin syötetty tieto on lähtökohtaisesti virheellistä tai muuttunut prosessin kuluessa.

”Täs on se ongelma että kun investointipäätös on tehty väärin perustein, niin se tulee nyt koko tän suunnittelun ajan vaikuttamaan sillä tavalla että kustannukset tulee ylittymään tilavuuden kautta vääjäämättä. Sitten se joudutaan repimään jostain muualta pois. Jos investointipäätöstä ei voi tehdä uudestaan sitä ei voi korjata.”

Alaluokka **kustannukset** sisältää keskustelua malliin liittyvistä kustannuksista.

Yläluokka **Mallista saatava tieto** käsittelee sähkö ja LVI -mallinnuksia. Alaluokat **LVI** ja **Sähkö** sisältävät lyhyitä kommentteja LVI- ja sähkömallinnuksiin ja -laskelmiin.

Yläluokka **Energiatehokkuus** käsittelee keskustelunkatkelmia, joissa viitataan mallin energiatehokkuuteen ja siihen vaikuttaviin osa-alueisiin. Alaluokka **Ikkunoiden asettelu** käsittää katkelmia, joissa viitataan ikkunoihin. Ikkunoiden asettelu vaikuttaa lämmityksen ja valaistuksen jatkosuunnitteluun.

”Niin niin, se tilaobjekti niin me lasketaan mitä vaan ja tiedetään, toi noin sijotus tontilla ja arvaus pitää olla jollekin ikkunamäärälle tai siis prosentille tai, jolleki reiälle seinässä jotain.”

Alaluokat **Lämmitys** ja **Eristys** sisältävät keskustelua ulko- ja sisäpinnan materiaalien vaikutuksesta rakennuksen käyttöön ja energiankulutukseen.

”Kivilattia taas (tuo sen) lattialämmityksen todennäköisesti mutta taas tekstiilimatto ei välttämättä tarttis ollenkaan, et siin on tällasia kaikkia, (-).”

Alaluokka **Ilmanvaihtokoneiden koko** ja **Pohjapiirrustukset** sisältävät viittauksia energiatehokkuuteen.

Yläluokka **Mallin dokumentointi** sisältää alaluokat **Simulaatiot**, **Mallin työstäminen käyttäjien kanssa** ja **Solmutyöskentelyn kustannustehokkuus**.

”Hei nyt tuli mieleen se käyttäjän mukana olo että missä vaiheessa koska käyttäjä tulee.”

## A.2 Katgoria Riskit

Tämä katgoria sisältää keskustelunkatkelmia, jotka liittyvät mahdollisten ongelmien ja ristiriitojen havaitsemiseen ennakkoon. Ensimmäinen yläluokka **Kosteus** sisältää keskustelua ratkaisuista, jotka voivat olla erilaisten pienempien tai suurempien vesivahinkojen alkusyitä. Alaluokka **Katon asettelu** sisältää keskustelua erilaisista kattovaihtoehtoista ja erityisesti kattoon liitettävästä vedenpoistojärjestelmästä.

”Siis tässähän aikasemmin oli, on ilmottanu arkkitehti et täs on ulkopuolinen vedenpoisto ollu aikasemmin ja se on mun mielestä ihan loistava ajatus. Sehän aiheuttaa juurikin sen että on tilanne, hyvä. Mut sitä se vinous tarkoittaa.”

Alaluokka **Tasoerot** käsittää katkelmia, joissa keskustellaan mallin tasoerojen aiheuttamia vaaranpaikkoja. Käytännössä kyse on saumoista, joista vesi voi valua rakennukseen sisään.

”Mut että tätä jatkettas niin että tätä saatas, kompaktimmaks, mahdollisesti vähemmän näitä pykälää sisältäväks, mutta tämä ois tämmönen jatko tästä ajatusmaailmasta. Eli.. vähemmän näitä tämmösiä riskipaikkoja sisältäväksi ja sitten karvan verran, optimaalisemmaksi. Se oli se ajatusmaailma tässä.”

Yläluokat **Sisäilma** ja **Haju** ovat kokoelma alaluokkia, jotka keskittyvät massoitusmallin ja materiaalivalintojen aiheuttamiin mahdollisiin sisäilmaongelmiin. Alaluokka **Massoituksen vaikutus** keskittyy kommentteihin, joissa käsitellään ulkomassan muodosta seuraavia sisäilmariskejä.

”No joo ja sen verran voin kommentoida että tietysti sitten jos me tehdään, todella iso rakennus yhden lappeen alle niin sen jälkeen meillä tulee, ullakon tuuletusongelmat, ja tämmöset asiat mitkä pitää ratkoo elikkä se ei ole niin yksi.. mustavalkoinen aina se, asia että mikä on turvallinen ja mikä ei. Kokonaisuus ratkasee.”

Alaluokka **Materiaalivaihtoehdot** käsittää keskustelua eri pintamateriaalien aiheuttamista sisäilma- ja hajuriskeistä. Alaluokka **Aistinvarainen tutkiminen** sisältää kommentteja siitä, miten tehtyjä ratkaisuja pitäisi sananmukaisesti käydä haistelemassa paikan päällä.

”Siis joku tarkkanenäinen voisi käydä ihan kattomassa ja, tutkasemassa. Siel voisi olla muutenkin ihan hyvää varmaan tietoo siinä talossa, pintojen ja kaikkien asioiden kanssa niissä jommassakummassa tai molemmissa.”

## A.3 Kategoria Hankesuunnitelma

Yläluokka **Ongelmat** sisältää alaluokat **Käyttäjän toivomuksien epärealistisuus** ja Uusi hankesuunnitelma hidas ja kallis.

”Mua askarruttaa nyt tää käyttäjien kuuleminen ja nää käyttäjäpalaverit mistä (sä) nyt (-). Sitten ne menee eri tavalla kuin ajateltu että ne ei oo toukokuun aikana.”

Yläluokka **Odotukset** sisältää hankesuunnitelmaan liittyviä odotuksia alaluokista **Mallin massoitukset**, **Yhteiset tilat** ja **Oppimisympäristön uudistaminen**.

”Siel on just keittiö ruokasali näyttämö, opettajainhuone ja liikuntasali, allastilat ja niin edelleen (-palvelut) [0:46:04], kaks oppimissolua, ja asumis(-), (yks neljä) kappaletta, 970 neliötä, väestönsuoja ja niin edelleen. Niin näistä tulee hyötyaloina, 5300 joka on vähintään 7000, jonkin verran yli 7000, neliötä. Eli hankesuunnitelma on jo lyöny lukkoon sen että, ensimmäinen kerros on suurempi kuin puolet kerrosalasta.”

## A.4 Kategoria Päätöksenteko

Tämä kategoria keskittyy siihen, mitä kaikkea liittyy päätöksentekoon mallin työstämisessä. Yläluokka **Valitakriteerit** sisältää katkelmia, joissa argumentoidaan ratkaisuiden puolesta tai vastaan vedoten eri perusteisiin. Alaluokka Kustannusperuste sisältää katkelmia, joissa arvioidaan eri toteutettavien vaihtoehtojen kustannusvaikutuksia. Alaluokka Laatu peruste sisältää katkelmia, joissa arvioidaan toteuttavia ratkaisuja erityisesti Sisäilma ry:n Terve talo -kriteerien perusteella. (Sisäilmayhdistys ry, 2020)

”Mites nyt, mä haluaisin semmosen asian että..(-) [0:46:00] lähinnä että tässä niin ku todettiin että se H2, siinähan oli toiminnalliset ja kaikki ne täytti niin se todettiin erittäin hyväksi ja erittäin loistavaksi siinä kohdassa.

Mutta siinä oli näitä, tähän Terve Talo -kriteeristöön ja monimutkaisuuteen ja hintaan liittyviä riskitekijöitä niin paljon, että se koettiin huonoksi sen takia.”

Alaluokka **Arkkitehtuuri** sisältää keskustelua kriteereistä, joita asetetaan talon arkkitehtuurille ja ulkoiselle näyttävyydelle.

Yläluokka **Toiminnan samanaikaisuus** sisältää keskustelua siitä, miten mallia työstetään yhdessä ja toisaalta erikseen yhtä aikaa. Alaluokka **Mallin työstäminen yhdessä** sisältää keskustelua siitä, millä tavoin mallia tulisi työstää yhteisissä tapaamisissa ja toisaalta siitä, mitä seurauksia yhteistyöskentelystä on.

”Ja sitte parhaimmillaan se johtaa siihen et siitä syntyy joku ihan uus ratkasu. Todetaan et okei nyt nää asiat toimii ja noi ei toimi ja sit siinä tulee uus suunnittelu(–) [1:11:03]. Ja sitte todetaan et täähän meni hyvin mennään tänne.”

Alaluokka **Työskentelyn vaihteellisuus** menee osittain päällekkäin toisen pääluokan alaluokan Tarkentuvat variaatiot kanssa. Erontekona näiden kahden alaluokan välillä on se, että tämä luokka sisältää katkelmia siitä, miten mallin kehittyminen vaikuttaa työskentelytapoihin, ei niinkään siitä, millä aikataululla mallia tarkennetaan.

”Täs on näin merkitty nyt nää, ehdotuspiirustukset massamallit. Sitten lopuks Solmu-tarkastelu eli nyt me ollaan helmikuun puolessavälissä eli nyt laaditaan näitä, ehdotuspiirustuksia ja massamalleja. Ja sitte se Solmu-tarkastelu on merkitty siihen maaliskuun loppuun. Ja tää on se, kuvio. Se mitä tässä jatkos tulee niin lyhyesti voi sanoo et sit siin on luonnosten tekeminen niin että, ennen kesälomia saatas hyväksyntä sitten luonnoksille.”

Alaluokka **Insinöörien ja arkkitehtien väliset ristiriidat** sisältää kommentteja, jotka joko suoraan tai epäsuorasti viittaavat siihen, että toinen osapuoli hankaloittaa toisen osapuolen työntekoa.

”Ja jotenki omasta puolesta kans että täs vaiheessa lvi-suunnittelu tai energiapuoli pitäis olla haloo arkkitehdin paras kaveri että.. Että me ei missään nimessä, numeroilla haluta pilata arkkitehtuuria vaan olla, apuna siinä ratkasun teossa.”

Yläluokka **Ryhmän sisäiset toimijat** sisältää kommenttipätkiä, joissa eksplisiittisesti viitataan eri asiantuntijaryhmiin, jotka osallistuvat päätöksentekoon. Tämä yläluokka menee osittain päällekkäin muiden kanssa, mutta se on nostettu erikseen jatkotarkasteluja varten. Alaluokat ovat **Arkkitehdit**, **Rakenneinsinöörit**, **LVI-insinöörit**, **Energiainsinöörit**.

”Tässähän mennään nyt kahdella tavalla, toi tuska mikä on arkkitehdeillä niin ymmärrän koska tää on mennä näin, ja mä oon samaa mieltä että tossa ei hirvittävästi oo tehtävissä ton pihankäytön suhteen.”

Yläluokka **Ryhmän ulkoiset toimijat** sisältää kommenttipätkiä, joissa mainitaan eksplisiittisesti prosessiin vaikuttavat ulkoisia tahoja ja heidän intressejään. Kyseiset alaluokat ovat **Julkisen sektorin päättäjät**, **Tilan loppukäyttäjät**, **Tilaaaja**, **Ulkopuoliset käyttäjät**.

”Meillähän on sitten vielä, yks semmonen vaihe on kaupunkikuvatoimikunta ja muitten, päättäjien mielipiteet ja näin.”

Yläluokka **Tietomallin koordinointi** sisältää yleisen tason keskustelua siitä, miten tietomallia käytetään ja miten siihen syötetään ja miten siitä tuotetaan tietoa. Alaluokka **Mittareiden ja objektien määrittely** sisältää keskustelua mallin vaatimien tilaobjektien ja mittarien sopimisesta. Alaluokka **Tiedon dokumentointi** käsittelee keskustelua mallista tuotettavista selonteista ja dokumenteista eri käyttäjäryhmille.

”Totta kai se on mut ehkä kuitenkin, pitää taustalla on kuitenkin jotain dataa tavallaan se nyt ois kiva. Vaik siinä kuitenkin näyttää et on paljon taustalla nyt siihen päätöksentekoon että ymmärrän kyllä. Mutta aina se kirjallinen analyysi kanssa että miks näin.”

Yläluokka **Hankesuunnitelma** sisältää keskustelua, jossa päätöksenteon pohjana käytetään projektin hankesuunnitelmaa ja siihen liittyviä odotuksia ja olettamuksia. Alaluokka **Lähtökohtaiset tavoitteet** sisältää keskustelua hankesuunnitelmassa esitetyistä abstrakteista ja konkreettisemmista tavoitteista ja niiden toteuttamisesta.

”Eli siellä on selkeesti määritelty et ’koulun tilat mahdollistavat erilaisten työskentelytapojen ja opetusvälineiden käytön’. Eli nää koskee koko valtakunnassa kaikkia, koulurakennusten suunnittelua ja koulu.. tai oppimisympäristöjen suunnittelua, et sieltä lähetään liikkeelle. Sitten ’erikokoiset tilat, niiden yhdistely sekä kaluste- ja välineratkaisut tukevat tilojen muunneltavuutta, ja joustavuutta mahdollistaen, erikokoisten ryhmien työskentely- ja vuorovaikutustilanteiden käytön?”

Alaluokka **Käyttäjän toivomusten epärealistisuus** sisältää keskustelua siitä, miten hankesuunnitelmaan sisällytetyt tavoitteet ovat sisäisesti ristiriitaisia tai hankalia toteuttaa.

”Tarkottaaks tää sitä että hankesuunnitelman, tavallaan nää ajatukset ja kustannusarvio, ei oo tehty samasta asiasta sitä?”

Alaluokka **Uudistamisen hankaluus** sisältää katkelmia, joissa käsitellään tarvetta hankesuunnitelman uudelleenarviointiin ja tämän työn hitautta ja kalleutta.

”Eiks tää nyt kuitenkin pidä lähteä purkaan, mehän ei päästä nyt eteenpäin tästä millään muulla kuin että lähtään purkaan tota, mikä on hankesuunnitelman yhteys ja ne yhteydet ajatellaan uudestaan sillä tavalla että saadaan tää muoto mukaan siihen, ja se on oma työ nyt tässä ihan kokonaan. Se on iso työ varmaan teille, ja se tarkoittaa sit aikataulullisesti jotain mut se meidän täytyy kattoo uudestaan, kokonaan se asia.”

Yläluokka **Viranomaisvaatimukset** sisältää työskentelyssä huomioon otettavia lakisäätteisiä asioita. Alaluokka **Elinkaarilaskelmat** sisältää keskustelua siitä, miten mallin energiatehokkuutta ja käyttöä arvioidaan usean vuosikymmenen aikajänteellä.



”Nää on niitä nyt päästään taas niihin asioihin mitä meil ei ollu mukana. Mihinkä me ei päästy elikkä siinä tilaajalle näitä. Okei nää oli helppoja mitä meil oli siellä [toisessa kohteessa] käsitelty. Mut sittehän siin tulee se kokonaisuus niinku elinkaaren aikaset asiat. Niin sithän me päästään oikeisiin asioihin et okei nyt voidaan laskee et paljo tää kuluttaa energiaa tai mikä on E-luku tai hiilijalanjälki tai paljo se maksaa rakentaa. Mut sitte koko yhtälöhän on jotain muuta.”

Alaluokat **Rakentamismääräykset** ja **Vanhan rakennuksen purku** sisältävät keskustelua konkreettisemmasta toiminnasta, jota projektin eteneminen edellyttää. Viimeinen alaluokka **Muut** sisältää lähinnä keskustelua palaverien käytännön toteutuksesta ja aikataulutuksesta.

## A.5 Sotkuisen puheen analyysitaulukot

Tässä alaluvussa on listattu sotkuinen puhe -teorian mukaiset analyysiluokitukset kolmelle palaverille. Näitä koodauksiin perustuvia luokituksia on käytetty pohjana tuottaessa luvun 5 tulkintoja.

Taulukko 12: Ensimmäinen palaveri

Luokka	Sisältö	Tulkinta
Molemminpuolinen löytäminen	111, 114, 131, 132, 153, 154, 171, 131, 182, 444, 412, 132, 512, 451	tietomalli, arviointi, yhteydet ulkopuolelle
Kriittinen paneutuminen	111, 114, 122, 124, 131, 154, 156, 172 157, 181, 183, 411, 412, 421, 433, 441, 443 451, 511	tavoitteet ja kriteerit, aikataulutus, välttämättömyys ja riittävyys, standardisointi,
Tiedonvälitys	111, 131	energialaskelmien pohjavaatimukset, massamalli ja tilasuunnittelu
Päätös	156, 443, 421, 122, 124	käytänteet ja työnjako, aikataulutus

Taulukko 13: Toinen palaveri

Luokka	Sisältö	Tulkinta
Molemminpuolinen löytäminen	111, 112, 114, 115, 124, 171, 172, 174, 321, 421, 513	massa- ja tilamalli, työnjako, energiasuunnittelu, viranomaisvaatimukset
Kriittinen paneutuminen	111, 114, 115, 121, 122, 141, 152, 161 172, 173, 174, 175, 212, 221, 222, 232, 311, 321, 421, 441, 442, 443, 444, 513	massa- ja tilamalli suunnitteluhetken ongelmat hypoteettiset ongelmat energiasuunnittelun spesifikaatiot aikataulut
Tiedonvälitys	111, 114, 122, 131, 152, 153, 154, 173, 212, 221, 321, 411, 421, 513	suunnitteluhetken ongelmat, hypoteettiset ongelmat, tila-/massamallin spesifikaatiot energiasuunnittelun spesifikaatiot
Päätös	111, 114, 115, 125, 172, 172, 174, 175, 321, 423, 443, 513	käytänteet ja työnjako, standardien määrittely, massamalli ja tilasuunnittelu

Taulukko 14: Kolmas palaveri

Luokka	Sisältö	Tulkinta
Molemminpuolinen löytäminen	111, 114, 124, 132, 152, 154, 161, 173, 182, 321, 423, 434, 441, 513	suunnitteluhetken ongelmat, massa- ja tilamalli, yhteydet ulkopuolelle, energialaskelmat
Kriittinen paneutuminen	111, 114, 122, 123, 124, 131, 133, 142, 152, 154, 156, 161, 182, 212, 231, 232, 311, 312, 321, 323, 421, 422, 434, 443, 513	massa- ja tilamalli, aikataulutus, kustannuslaskelmat, hypoteettiset riskit,
Tiedonvälitys	111, 142, 152, 173, 231, 232, 321	massa- ja tilamalli kustannuslaskelmat hypoteettiset ongelmat
Päätös	111, 124, 182 ,411, 421, 434, 513	massa- ja tilamalli aikataulutus